[Ex]perimentelle Untersuchungen

über den

anatomischen Zustand der Gelenke

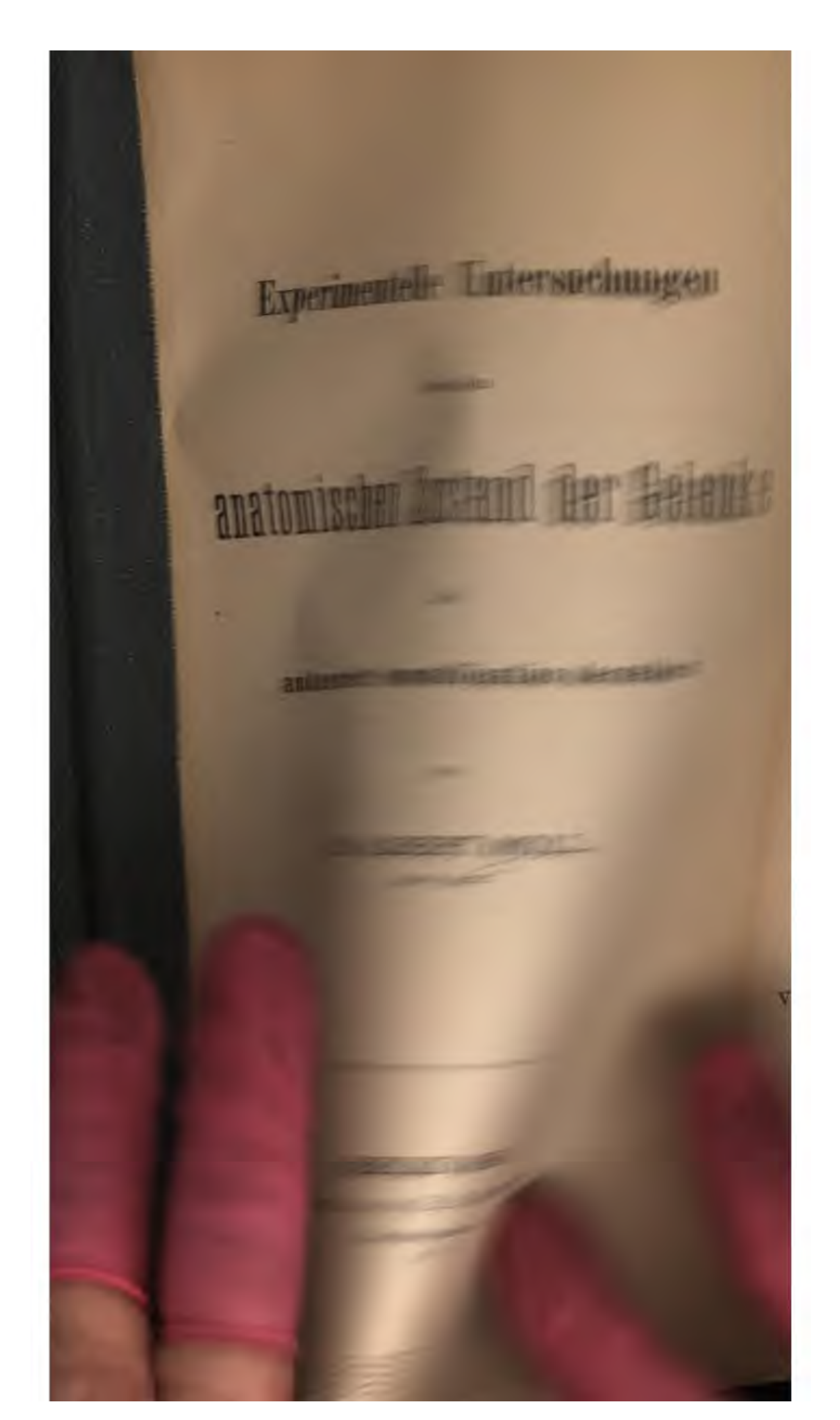
bei

andauernder Immobilisation derselben

von

DR. ALBERT MOLL,
pract. Arzt.

BERLIN 1885.
Druck von H. S. Hermann,
Beuth-Strasse 8.



Experimentelle Untersuchungen

anatomischen Zustand der Gelenke

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Julius Wolff

in Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.



So lange die künstliche Immobilisation eine wesentliche Rolle in der chirurgischen Therapie spielt, eben so lange hat die Frage die Aerzte beschäftigt, ob und eventuell welche wesentlichen Veränderungen in den Gelenken auftreten, die während längerer Zeit einer künstlichen Feststellung unterworfen sind. Die Einen perhorresciren jede protrahirte Immobilisation nicht nur bei Leiden des Gelenkes selbst, sondern auch bei pararticulären Affectionen, ja auch bei Krankheiten der Extremität, die weit vom Gelenke ihren Sitz haben. Die Anderen behaupten, dass sie auch bei langdauernder Immobilisirung ein günstiges functionelles Resultat erzielen, und halten langdauernde ununterbrochene Feststellung des Gelenkes für einen unerlässlichen Theil der chirurgischen Therapie. Hierfür tritt besonders Verneuil sehr energisch ein

Jene, die eine langdauernde Immobilisation zu vermeiden suchen, gehen dabei von der Ansicht aus, dass die Anwendung derselben eine Anchylosenbildung nach sich ziehe Die Hauptstütze für ihre Annahme finden sie in einer Reihe von Sectionsprotokollen, die Teissier im Jahre 1841 veröffentlichte[1]), zu denen noch mehrere von Bonnet kommen.[2]) Hatten auch schon

[1]) Gazette médicale de Paris 1841.
[2]) A. Bonnet. Traité des maladies des articulations.

im vorigen Jahrhundert hervorragende Chirurgen si
mit dieser Frage beschäftigt, so waren doch jene eb
genannten Publikationen die ersten zuverlässigen un
ausführlichen Zusammenstellungen von Sectionsresultaten
Diese aber sowie experimentelle Untersuchungen am
Thier können allein als zuverlässig gelten, da die
Untersuchung am lebenden Menschen immer nur eine
unvollkommene ist. Wen es interessirt, eine ausführ-
liche und übersichtliche Zusammenstellung der An-
sichten früherer Chirurgen über diese Frage zu lesen,
der findet eine solche in einer holländischen Schrift
von D. van Haren Noman[1], auf die ich weiter unten noch
mehrfach zurückkomme. Ich übergehe diese Literatur,
weil die Angaben früherer Chirurgen über die Anchy-
losenbildung im Wesentlichen Vermuthungen waren
und weil zuverlässige Sectionsprotokolle, so viel ich
weiss, nicht vorhanden sind: Protokolle, die uns vom
heutigen Standpunkte der Wissenschaft aus genügende
Gewähr für zuverlässige Beobachtung böten. Hingegen
zeichnen sich die Teissier'schen und Bonnet'schen Ver-
öffentlichungen durch genaue Wiedergabe des objectiven
Sectionsbefundes aus; und da sie, wie gesagt, einen so
wesentlichen Einfluss auf die Therapie auszuüben ver-
mochten und ich auch im Verlaufe meiner Arbeit noch
darauf zurückkommen muss, so gebe ich hier einen
kurzen Auszug von ihnen wieder.

---

[1]) Over de ontleedkundige veranderingen na immobilisatie
an gewrichten, door D. van Haren Noman. Leiden 1881. (Ueber
ie anatomischen Veränderungen nach Immobilisation von Ge-
nken.).

I. Ein 60jähriger Mann zieht sich eine fractura femoris in der Mitte des Knochens zu. Er wird 3 Monate mit permanenter Extension behandelt. Nach dieser Zeit stirbt Patient an Durchfall.

Sectionsbefund: Fractur nicht geheilt, kein callus. Im Kniegelenk Bluterguss; hinten mehrfache Knorpelerosionen. Im Fussgelenk Bluterguss und Schwellung der synovialis.

II. Eine 70jährige Frau mit einer fractura colli femoris intracapsularis wird 68 Tage hindurch mit Unterbrechung immobilisirt. Tod durch Bronchitis.

Sectionsbefund: Im Kniegelenk Bluterguss; synovialis theilweise verdickt und mit Ecchymosen versehen. Knorpel stellenweise glanzlos und erweicht. Gefässverästelung auf dem condyl. ext. fem.

III. Eine 72jährige Frau mit einer fractura colli femoris wird 7 Wochen mit permanenter Extension behandelt. Darauf Abnahme des Verbandes, obwohl die Fractur nicht geheilt ist; nach 5 Monaten Tod durch Erschöpfung.

Sectionsbefund: Im Kniegelenk blutig-seröser Erguss. Erosionen des Knorpels an Stellen, die in Extension mit einander in Contact stehen. Die gleichen Veränderungen nur in geringerem Grade im Fussgelenk.

IV. Einem 66jährigen Mann wird wegen einer fractura colli intracapsularis 6 Monate das Bein immobilisirt. Tod durch Diarrhöe.

Sectionsbefund: Fractur nicht geheilt. Im Kniegelenk blutreiche weiche Klumpen (caillots sanguins). Bluterguss im subsynovialen Gewebe und zwischen Knorpel und Knochen. Hüftgelenk normal.

V. Ein 27jähriger Mann wird wegen einer fractura fem. 4 Monate hindurch mit permanenter Extension behandelt; darauf 10 Monate lang Schienenverbände; endlich Bonnet'scher Apparat, um Bewegungen des Beckens auszuschliessen. Keine Heilung 22 Monate nach dem Unfall.

Befund: Fractur nicht geheilt, Kniegelenk unbeweglich. Femur und tibia mit einander verwachsen; ebenso femur und patella. Die Verwachsungsstelle besteht aus Bindegewebe und Knorpel. Im Fussgelenk Bluterguss, fest mit dem Knorpel zusammenhängende Pseudomembranen, Knorpelerosionen.

VI. Ein 36jähriger Mann zieht sich eine Splitterfractur der tibia und der fibula zu. Der Immobilisationsverband liegt 5 Monate; in dieser Zeit vom Knochen ausgehende Eiterung und Fistelbildung. Abnahme des Verbandes und Gehübungen. Von

Neuem Beginn der Eiterung. Nach im Ganzen 15 Monaten Amputation des Unterschenkels.

Befund: Fractur geheilt; im Fussgelenk Verwachsungen von talus und tibia mittelst weissen faserigen Gewebes; ebenso zwischen talus und calcaneus. In diesen Gelenken fast vollständiger Knorpelschwund. In den anderen Gelenken des Fusses blutig-seröser Erguss.

Es sind also die vom praktischen Standpunkt aus wesentlichen Befunde: Entzündung in den Gelenken und in zwei Fällen, die lange Zeit immobilisirt waren, Anchylosen[1]). Auf eine weitere Erörterung dieser Beobachtungen verzichte ich an dieser Stelle; ich werde später dazu Gelegenheit haben. Jedenfalls stehen die Protokolle in Widerspruch mit der Angabe jener Chirurgen, die trotz langdauernder Immobilisation ein günstiges functionelles Resultat bei dem Menschen erzielen.

Eine Bestätigung erfuhr die Annahme Teissier's, der auf Grund jener Untersuchungen die Anchylosenbildung als nothwendige Folge langer Immobilisation betrachtete, durch eine experimentelle Arbeit Menzel's.[2])

Menzel, der 6 Kaninchen und 2 Hunde immobilisirte, giebt als Resultat seiner Versuche an: Beweglichkeitsbeschränkung, die aber stets nach Durchschneidung der Muskeln resp. der Fascien und Sehnen verschwindet, ferner Schwellung und Hyperämie der synovialis, braune Färbung der synovia. Der Knorpel bleibt gleichfalls nicht normal. Er zeigt fahles und glanzloses Aussehen, sowie

[1]) Wo im Verlaufe der Arbeit von Anchylose die Rede ist, verstehe ich darunter eine Verwachsung der Gelenkflächen.

[2]) Ueber die Erkrankung der Gelenke bei dauernder Ruhe derselben. Archiv für klinische Chirurgie Bd. XII.

mikroskopische Veränderungen, Auftreten eines fibrillären Netzwerkes an der Oberfläche, bänderige Spaltung daselbst, Wucherung der Zellen; auch noch weitere Veränderungen des Knorpels beschreibt Menzel.

Was in dieser Arbeit besonders zu bemerken ist, ist, dass die Contactstellen des Knorpels an diesen Veränderungen theilnehmen und nicht ihr normales Aussehen behalten, dass diese Veränderungen vielmehr den ganzen Gelenkknorpel betreffen.

Hat somit Menzel in seinen bis zu 68 Tagen fortgesetzten Versuchen auch keine Anchylose auftreten sehen, so bestätigen dieselben doch die Teissier'schen Angaben. Auch Menzel sieht bei einfacher Immobilisation, selbst in solchen Fällen, wo er ausdrücklich das Fehlen jedes decubitus constatirt, im immobilisirten Gelenke Entzündung auftreten und den Knorpel an den Berührungsstellen sich verändern.

Ganz anders lauten die Resultate zweier anderer Arbeiten, deren Autoren gleichfalls durch Thierversuche zum Ziele zu kommen suchten. Die eine stammt von Reyher[1]); die andere, von D. van Haren Noman verfasst, habe ich oben (s. S. 2) bereits erwähnt.

Die Resultate dieser beiden Arbeiten sind annähernd dieselben, und bespreche ich sie aus diesem Grund gemeinsam.

Reyher experimentirte an Hunden, van Haren Noman an Kaninchen. Die Veränderungen, die nach diesen beiden Autoren auftreten, wenn an einer voll-

[1]) Ueber die Veränderungen der Gelenke bei dauernder Ruhe. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. III.

kommen gesunden Extremität ein Gelenk festgestellt wird, sind folgende:

Die erste Abweichung, die sich constatiren lässt, ist eine Beweglichkeitsbeschränkung, die nach Muskelfortnahme schwindet; hierzu kommt nach etwa 2 Monaten als weiteres Bewegungshinderniss die Kapsel, deren Durchschneidung alsdann zur Erlangung vollständig normaler Beweglichkeit nothwendig ist. Bis jetzt ist makroskopisch und mikroskopisch im Gelenk Alles unverändert Weder der Knorpel noch die synovialis zeigen Abweichungen. Vom Beginn des dritten Monats an jedoch treten makroskopische und mikroskopische Veränderungen auf, die aber stets nur den ausser Contact gewesenen Knorpel, nie die Berührungsstellen desselben betreffen. Der Prozess wird von D. van Haren Noman als ein Hinüberwachsen der synovialis, zu dem erst spät nach Verlauf von 4 Monaten bindegewebige Umwandlung des Knorpels kommt, betrachtet, während Reyher letzteren Vorgang zeitiger, schon im dritten Monat eintreten lässt.

Niemals fanden diese beiden Autoren, wenn die Haut vollständig intact war, irgend welche entzündlichen Erscheinungen im Gelenk und nie sahen sie, trotzdem Reyher die Immobilisationsdauer fast bis auf ein Jahr ausdehnte, eine Anchylose entstehen, oder auch nur an den Berührungsstellen des Knorpels Veränderungen auftreten. Nur Reyher sah gelegentlich auch an einer contingirenden Stelle leichte Trübung und mikroskopisch epithelioide Zellen, worauf er selbst jedoch kein Gewicht legt. Er hebt vielmehr immer hervor, dass die Veränderungen nicht die contingirenden Theile betreffen, sondern die ausser Berührung gewesenen.

Es stehen somit die beiden letztgenannten Arbeiten in Widerspruch mit den Menzel'schen Experimenten und den Teissier'schen Sectionsprotokollen. Für die Erklärung dieser Teissier'schen Fälle scheinen mir a priori drei Möglichkeiten vorhanden zu sein. Entweder ist die Fractur resp. Knocheneiterung durch Fortleitung des Entzündungsreizes Veranlassung zur Entzündung geworden; oder es ist ein nicht veröffentlichter decubitus unter dem Verbande aufgetreten, der zur arthritis Veranlassung gegeben hat; oder endlich es hat auch in den Fällen eine permanente Immobilisation nicht bestanden, in denen Teissier die Unterbrechung derselben nicht ausdrücklich anführt. Dass Bewegungen nach längerer Immobilisation bei Menschen zur Entzündung führen, hat Volkmann[1]) durch eine Anzahl von Fällen erwiesen. Auch Reyher hat seinen Immobilisationsfällen einige Versuche beigefügt, in denen er durch dreitägige forcirte Bewegungen in den vorher längere Zeit immobilisirt gewesenen Gelenken heftige Entzündungen, die er bei der Section nachwies, erzeugte. Volkmann und Reyher nehmen an, dass es sich hier um Zerrungen der durch die Immobilisation geschrumpften synovialis bei dem Beginn der Bewegungen handle, Zerrungen, die zur Entzündung derselben führten.

Eine Aufklärung des Widerspruchs zwischen Teissier und Menzel einerseits und Reyher und van Haren Noman andererseits ist noch nicht erfolgt. Ich habe nirgends eine experimentelle Arbeit über Immobilisation an kranken Extremitäten, z. B. Fracturen, die in allen

---

[1]) Ueber den Hydarthros steif gehaltener Gelenke von R. Volkmann. Berliner Klinische Wochenschrift. 1870. No. 30, 31.

Teissier'schen Fällen vorhanden waren, gefunden. Aus diesem Grunde sowie deshalb, weil diese letzteren auch in Widerspruch zu stehen scheinen mit so vielen klinischen Erfahrungen, hielt ich es der Mühe werth, eine nochmalige experimentelle Prüfung der Folgen längerer Immobilisation vorzunehmen, deren Resultate ich in dieser Arbeit veröffentliche. Besonders berücksichtige ich hierbei solche Fälle, bei denen nicht eine gesunde Extremität festgestellt wird, sondern die Immobilisation nach Erzeugung von Fracturen erfolgt, die theils complicirte, theils subcutane, theils in der Mitte des Knochens gelegene, theils dem Gelenke benachbarte sind. Die Anregung zu diesen Untersuchungen erhielt ich durch Herrn Professor Julius Wolff, der vielfach, besonders durch seine bekannte Methode der Klumpfussbehandlung (Forcirtes Redressement während des Erhärtens des Immobilisationsverbandes und Liegenlassen des letzteren durch längere Zeit), Gelegenheit hat, die Beweglichkeit von Gelenken, die durch längere Zeit festgestellt waren, zu prüfen. Nach seiner Angabe stellt es sich hierbei heraus, und zwar selbst nach 9 Monate langer permanenter Immobilisation, dass die Function der Gelenke, recht bald nach Entfernung des Verbandes eine gute wird. Es müsste aber nach der Ansicht Teissier's eine Anchylose die Folge sein. Um einen Versuch zu machen, zur Aufklärung dieser Widersprüche Etwas beizutragen, machte ich die zu beschreibenden Experimente, und zwar in dem pathologischen Institut der Berliner Universität.

Für die mir von Herrn Geheimen Medicinalrath Professor Dr. Virchow hierzu gütigst ertheilte Erlaubniss

sowie für sonstige Unterstützung sage ich ihm an dieser Stelle meinen ergebensten Dank. Ebenso spreche ich Herrn Professor Julius Wolff meinen aufrichtigsten Dank aus sowohl für die Anregung zur Anfertigung der Arbeit als auch für manchen guten Rath, den ich während derselben von ihm erhielt.

Zu meinen Versuchen verwendete ich anfangs Hunde, doch musste ich bald davon abstehen. Trotzdem die Thiere Maulkörbe erhielten, so gelang es ihnen doch in der kurzen Zeit, wo diese des Fressens wegen entfernt werden mussten, den Verband mit den Zähnen so zuzurichten, dass er sehr oft erneuert werden musste. Dass hierbei von einer gleichmässigen Immobilisation nicht die Rede sein kann, ist selbstverständlich. Hierzu kam, dass die Thiere den Verband oft mit Koth und Urin besudelten und ein Weichwerden des Gypses hierdurch veranlassten. Auch durch Wasserglasbinden, die der Feuchtigkeit mehr widerstehen, kam ich nicht zum Ziel, da die Thiere kaum die wenigen Tage, die der provisorische Gypsverband über den Wasserglasbinden lag, trocken gehalten werden konnten; und wenn dies auch einmal nach grosser Mühe gelang, so war der dünne Wasserglasverband um so schneller heruntergerissen. Ich musste deshalb leider auf die Versuche an Hunden Verzicht leisten, obwohl sie, wenn man grössere Exemplare wählt, den Vortheil grosser Gelenkflächen bieten, deren makroskopische Untersuchung eine sicherere ist als die kleinerer. Die an den Hunden gewonnenen Resultate theile ich hier nicht mit, da die Immobilisation häufig unterbrochen war,

und die Versuche sich nur auf einen kürzeren Zeitraum erstreckten.

Ich machte nun meine Untersuchungen an Kaninchen. Wenn diese auch im Vergleich zum Hunde kleine Gelenkflächen haben, so konnte ich andererseits recht langdauernde Immobilisation erzielen, ohne einen einzigen Verbandwechsel vornehmen zu müssen. Dieses ist ein sehr wesentlicher Vortheil; denn es ist fast jeder Verbandwechsel, selbst wenn man ihn sehr vorsichtig ausführt, mit Bewegung in dem zu immobilisirenden Gelenk verknüpft. Dass aber solche Bewegungen nicht ohne Einfluss sind, darauf hat Volkmann in der oben (s. S. 7) bereits genannten Schrift hingewiesen; ich komme unten darauf noch zurück. Die Thiere knabberten fast nie an den Verbänden. Höchstens machten einige den untersten Theil, der den Zehen entspricht, frei; mehr wurde bei keinem Thier abgeknabbert. Den Einfluss der Feuchtigkeit des Urins und des Kothes auf die Härte des Gypses konnte ich vollkommen dadurch ausschliessen, dass ich die Thiere in Kisten mit reichlicher Ströhunterlage setzte. Alle Feuchtigkeit sickerte hier so schnell ab, dass ich trotz fast täglicher Controle niemals einen Verband aufweichen sah; dieser blieb vielmehr vom Tage des Anlegens bis zum Tode des Thieres unverändert liegen.

Zur Immobilisation verwendete ich, wie bereits erwähnt, Gyps, der genau, wie es in der chirurgischen Praxis üblich ist, auf Gazebinden gestreut war. Die Binden wurden ohne straffes Anziehen angelegt, um Störung der Blutcirculation auszuschliessen. Zur Ver-

meidung von decubitus, den ich anfänglich öfter eintreten sah, legte ich an den dafür prädisponirten Stellen, d. h. in den Gelenkgegenden eine dünne Lage Watte unter die Gypsbinden, während die anderen Theile der Extremität direct mit den Gypsbinden bedeckt wurden. Freilich hat die Watteunterlage zur Folge, dass die Immobilisation, genau genommen, keine absolute ist. Die Watte ist compressibel und wird das Thier, soweit es diese Eigenschaft der Watte zulässt, unter dem Verbande kleine Bewegungen auszuführen im Stande sein. Hierzu kommt, dass die Watte, wenn sie dauernd comprimirt wird, ihr Volumen vermindert, und dass also auch dadurch die Immobilisation an Festigkeit einbüsst. Endlich kann bei längerer Dauer auch Abmagerung der Extremität zur Lockerung des Verbandes führen. Es sind das also verschiedene Momente, die eine absolute Immobilisation verhindern. Doch verschlägt dies nicht viel. Die Watteunterlage wurde so dünn wie irgend möglich genommen. Ausserdem ist zu bedenken, dass auch beim Menschen die Verbände oft mit reichlicher Watteunterlage angelegt werden, dass also auch beim Menschen die künstliche Immobilisation keine absolute ist. Und gerade darauf kommt es bei Versuchen am Thiere an, sie so einzurichten, dass wir eine vollkommene Analogie derselben mit dem Verfahren bei dem Menschen haben.

Die Versuche machte ich an der hinteren Extremität der Thiere, und zwar wurde theilweise nur das Kniegelenk, theilweise Knie- und Fussgelenk, nur selten das Fussgelenk allein immobilisirt. Da ich bei den ersten Kaninchen, die längere Zeit immobilisirt waren,

bemerkte, dass den malleoli entsprechend häufig decubitus der Haut, selbst bei Watteunterlage, auftrat, so zog ich es vor, um vollständig reine Fälle zu erhalten, bei den meisten Thieren, die zu längerer Immobilisationszeit bestimmt waren, nur das Kniegelenk zu immobilisiren, so dass der Verband unmittelbar über den malleoli endete. Das Kniegelenk bietet für die makroskopische Betrachtung die beste Gelegenheit. Wir können sehr genau die Contactstellen des Knorpels von denen, die bei einer bestimmten Stellung ausser Berührung sind, unterscheiden; dies ist von grosser Wichtigkeit, um zu sehen, ob und event. welche Veränderungen hier oder dort stattfinden. Es bietet ferner das Kniegelenk des Kaninchens relativ grosse Gelenkflächen dar. Es sind dies Eigenschaften, die dasselbe zur Untersuchung besonders geeignet machen. Wo nicht das Gegentheil ausdrücklich angegeben ist, da geschah die Immobilisation in voller Extensionsstellung der Gelenke.

Ich komme nunmehr zu der Wiedergabe der Versuche selbst. Ich habe mehrere Reihen aufgestellt und beginne mit derjenigen, die die Immobilisation gesunder Extremitäten betrifft.

Der besseren Uebersicht halber habe ich die Thiere mit einer nothwendig gewordenen Ausnahme nach der Immobilisationsdauer geordnet. Ich fange mit den kürzere Zeit immobilisirten an.

I. Graues Kaninchen, 1 Jahr alt. Die linke Hinterpfote wird am 6. November 1884 immobilisirt; Knie- und Fussgelenk kommen in den Verband Den 11. November wird das Thier mit Chloroform getödtet. Nach Abnahme des Verbandes, der somit 5 Tage gelegen hat, kann ich nirgends etwas Abweichendes constatiren. Die passive Beweglichkeit der linken Seite entspricht genau der der rechten. Ebenso wenig ergiebt die makroskopische oder mikroskopische Untersuchung der das Gelenk constituirenden Theile eine Veränderung.

II. Graues Kaninchen, circa 4 Monate alt. Den 6. Dezember 1884 wird die rechte Hinterpfote eingegypst; das Thier wird den 16. Dezember mit Chloroform getödtet, so dass es 10 Tage den Verband getragen hat. Derselbe immobilisirte gleichmässig Knie- und Fussgelenk. Bei diesem Thier findet sich bereits eine kleine Abweichung.

Das linke Kniegelenk lässt sich mit Leichtigkeit von einem gestreckten Winkel = 180° bis zu einem spitzen Winkel von 24° beugen; es hat somit eine Bewegungsfähigkeit von 156°. Das linke Fussgelenk hat eine solche von 175 — 18° = 157°.

Anders verhält sich die Excursionsgrösse in den Gelenken der rechten Seite, die immobilisirt war. Ohne irgend welchen Widerstand lässt sich das rechte Knie-

gelenk von 180° —52° beugen, das rechte Fussgelenk von 177° —50°. Es lässt also jenes eine Bewegungsgrösse von nur 128° gegen 156° links, dieses (das Fussgelenk) von nur 127° gegen 157° links zu. Wenn ich einen leichten Druck ausübe, um den bei den genannten Winkelstellungen sich geltend machenden Widerstand zu überwinden, so gelingt dies sehr schnell, und es wird dieselbe Flexionstellung erreicht wie links.

Wir werden sehen, dass sämmtliche folgenden Fälle dieser Versuchsreihe gleichfalls eine Bewegungsbeschränkung zeigen, und dass diese mitunter einen recht bedeutenden Grad annimmt. In diesem eben beschriebenen Falle habe ich durch Ausüben leichten Druckes den Widerstand zu überwinden vermocht. Ich vermeide bei allen folgenden Thieren mit einer Ausnahme jeden Druck und notire immer diejenigen passiven Bewegungen, die ohne Druckanwendung auszuführen sind, da durch die letztere die thatsächlich vorhandene Bewegungsgrösse künstlich vergrössert wird. Nur soweit als die Bewegung mit derselben Leichtigkeit geschieht wie auf der gesunden Seite, ist sie vollkommen frei. Ein gewisser Theil der Excursionsbeschränkung, bald ein grösserer bald ein kleinerer, lässt sich stets durch Druck beseitigen.

Sonstige Abweichungen bemerke ich nicht. Die Gelenke der rechten Hinterpfote unterscheiden sich in Nichts von denen der linken.

III. Graues Kaninchen, 1 Jahr alt. Die linke Hinterpfote erhält den Immobilisationsverband den 8. Dezember 1884. Derselbe fixirt Knie- und Fussgelenk. Es wird das Thier mit Chloroform getödtet

den 20. Dezember 1884; mithin hat der Verband 12 Tage gelegen. Die nach Abnahme des Verbandes vorgenommene Beweglichkeitsuntersuchung ergiebt:

Rechtes Kniegelenk	180°	— 22°
Linkes „	180°	— 43°
Rechtes Fussgelenk	175°	— 18°
Linkes „	175°	— 45°

Die Bewegungsgrösse beträgt also:

am rechten Kniegelenk	158°
„ linken „	137°

mithin 21° weniger;

am rechten Fussgelenk	157°
„ linken „	130°

mithin 27° weniger.

Die Beweglichkeitsmessung der Flexion am Fussgelenk wird immer bei möglichst gebeugtem Kniegelenk vorgenommen, da ähnlich wie beim Menschen die Spannung des musculus triceps surae[1]) eine vollkommene Flexion bei Streckung des Kniegelenks verhindert.

Bei diesem Thiere ist also ebenso wie in Fall II eine Bewegungsbeschränkung der Gelenke zu constatiren. Diese schwindet jedoch vollkommen nach Fortnahme der Muskeln.

Im Verlaufe der folgenden Fälle wird sich zeigen, dass die Beweglichkeitsbeschränkung, welche wir bei ihnen constant finden werden, entweder ganz wie in Fall III oder zum Theil nach Fortnahme der Muskeln schwindet. Daraus folgt, dass diese die Beweglichkeitsverminderung verursachen; und es ist nur fraglich, durch welche Veränderung sie dies thun.

[1]) Die anatomischen Bezeichnungen habe ich der „Anatomie des Kaninchens von Krause 2. Auflage“ entlehnt

Da nach dem Tode Muskel-Contractionen nicht die Ursache sein können für die Excursionsbeschränkung, so muss es sich um eine anatomische Veränderung handeln und es bleiben zwei Möglichkeiten bestehen: Entweder hat eine Verkürzung der Muskeln — d. h. Gesammtmuskel, Muskel + Sehne — stattgefunden, die die Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung hemmt, also Verkürzung der Extensoren bei Flexionsbeschränkung und umgekehrt; oder es ist der Muskel fest mit seiner Umgebung verwachsen. Es werden nämlich bei der Flexion die Extensoren gedehnt und es ändern hierbei gewisse Theile des Muskels ihre Lage zu anderen Theilen der Extremität. Findet nun eine feste Verwachsung des Muskels mit der Umgebung statt, so wird eine solche Lageveränderung nicht möglich sein. Damit ist aber auch die Dehnung der betreffenden Muskeln, in diesem Falle der Extensoren, und die Bewegung des Gelenks nach der entgegengesetzten Richtung, also in diesem Falle nach der Flexionsseite, behindert.

Zwei Momente also oder auch das Zusammenwirken beider, Verkürzung der Extensoren und Verwachsung dieser mit der Umgebung sind als Ursache der Beschränkung der Flexion zu berücksichtigen. Welches von ihnen in Wirklichkeit vorhanden ist, darüber geben einige spätere Fälle Aufklärung.

Ich unterbreche an dieser Stelle die Reihenfolge, soweit sie durch die Immobilisationszeit bedingt ist und schalte zum besseren Verständniss der anderen Fälle ein Thier mit 90 tägiger Immobilisationszeit ein.

IV. Graues Kaninchen, 4 Monate alt. Es wird den 7. August 1884 das Knie- und Fussgelenk der linken Hinterpfote eingegypst; das Thier wird getödtet den 5. November 1884, so dass die Immobilisation 90 Tage gedauert hat. Die linke Seite ist stark abgemagert.

Die Beweglichkeitsuntersuchung ergiebt:

Rechtes Kniegelenk	172° — 25° = 147°	
Linkes „	180° — 132° = 48°	(— 99°)
Rechtes Fussgelenk	175° — 25° = 150°	
Linkes „	180° — 142° = 38°	(— 112°)

Im linken Kniegelenk nimmt nach Fortnahme der Muskeln die Flexion bis 73° zu; erst Kapsel- und Bänderdurchschneidung lässt die Bewegung normal werden. Im linken Fussgelenk wird die Flexion gleichfalls durch Muskelfortnahme vergrössert und zwar bis zu 95°; hier bewirkt Durchschneidung der hinteren Kapselwand, dass die Beweglichkeit der des rechten Fussgelenks gleich wird.

Weder im linken Knie- noch im Fussgelenk bietet der Inhalt oder die synovialis eine Abweichung dar. Die synovia ist in beiden Gelenken, wie auf der rechten Seite, in normaler Menge vorhanden, die synovialis zeigt weder Hyperämie noch Schwellung, noch etwas Aehnliches.

Die weitere Untersuchung des Gelenkes ergiebt Veränderungen an den Gelenkflächen des Kniegelenks.

Fig. 1 der Tafel I zeigt das untere Ende des rechten, Fig. 2 A das des linken femur, von unten betrachtet. Man sieht, wie beim Menschen, an beiden Figuren die zwei condyli, die vorn durch die fossa

patellaris $a\,a_1$, hinten durch den sulcus intercondyloideus $b\,b_1$, geschieden sind. An der vorderen Grenze des condyl. ext. sieht man die Ursprungssehne des musculus extensor digit. communis $c\,c_1$.

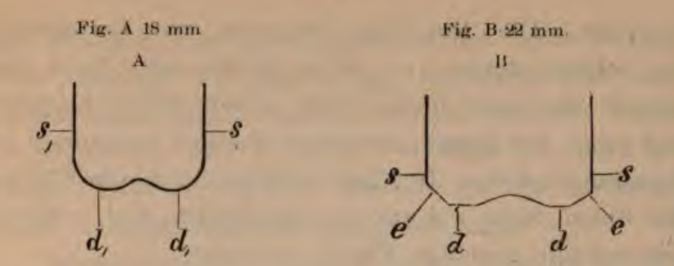
Was zunächst auffällt, ist eine bedeutende Verbreiterung des vorderen Abschnittes des unteren Oberschenkelendes.

Die Breite beträgt hier:

rechts 12 mm, links $14\frac{1}{2}$ mm.

Um einen constanten Punkt für diese Messung zu aben, wählte ich die Stelle unmittelbar vor dem Ursprung der genannten Sehne. Ich habe diese Stelle auch bei allen folgenden Fällen, in denen sich gleichfalls häufig eine Verbreiterung constatiren lässt, zur Messung benutzt.

Für das Auge ist diese Verbreiterung ganz auffallend, indem man, von unten betrachtet, rechts die seitlichen Begrenzungslinien der femur condylen von hinten nach vorn stark convergiren sieht, während diese Convergenz am linken femur einer annähernd parallelen Richtung Platz macht. Mit dieser Verbreiterung ist eine Formveränderung verbunden. Während rechts vorn die untere Fläche der condyli femoris, die durch deren Wölbung gebildet ist, von den seitlichen Begrenzungsflächen ziemlich scharf abzugrenzen ist, ist dies nicht der Fall beim linken femur. Der beifolgende Holzschnitt zeigt schematisch und vergrössert bei A den Durchschnitt durch das rechte, bei B durch das linke femur. Die Schnittrichtung ist eine frontale, der Schnitt an derselben Stelle gemacht, wo ich die Messung gemacht habe, d.h. unmittelbar vor der Sehne des extensor digit. communis



Man sieht hier, wie bei A die unteren Flächen der Condylen d_1 d_1 unmittelbar in die seitlichen Begrenzungsflächen s_1 s_1 übergehen, während bei B, das dem linken immobilisirt gewesenen femur entspricht, die unteren Flächen *d d* von den seitlichen durch je eine dritte Fläche *e e* scharf abgegrenzt sind. Diese dritte neu gebildete Fläche ist indessen nur ganz vorn zu sehen; wenn man hinten einen Frontalschnitt macht, so bietet sich dasselbe Bild wie rechts.

Diese neugebildeten Flächen entsprechen den oberen Flächen der cartilagines semicirculares, die hier, wie sich bei der Sektion zeigt, fest gegen den Oberschenkel drückend gelegen haben.

Betrachten wir nun wieder die Figur 2 A der Tafel I, so entsprechen diesen neuen Flächen die Bezirke *e e*. Von diesen Flächen, nach dem sulcus intercondyloideus *b* und der fossa patellaris *a* zu gehend, kommen wir bei *d d* an diejenigen Abschnitte der condylen, die während der in Extensionsstellung ausgeführten Immobilisation mit der tibia in permanentem Contact gestanden haben. Diese Stellen sind etwas abgeplattet, zumal die betreffende Stelle des condylus

externus. Die Rundung, die sich bei Betrachtung der condyli dextri von unten findet, tritt links sehr zurück und man findet statt dessen kleine Facetten, und zwar, wie gesagt, besonders deutlich ausgeprägt am äusseren condylus. In Figur 1 entspricht diesen Flächen der linken Seite *d d* und *e e* der Bezirk $d_1 d_1$, der als eine einzige gewölbte Fläche erscheint.

Auf den Höcker *h* der Figur 2 A komme ich sogleich zu sprechen.

Betrachten wir nun das untere Oberschenkelende von vorn Tafel I Fig. 2 B, so finden wir auch hier erhebliche Abweichungen. Die entsprechende rechte Seite habe ich nicht gezeichnet, doch findet man ein vollkommen normales femur dextrum eines anderen Thieres, gleichfalls von vorn gesehen, in Fig. 4. Diese zeigt die fossa patellaris a_1 mit den seitlichen Leisten f_1 und g_1, sowie bei h_1 die obere Grenze des hyalinen Knorpels. Die die Grube seitlich begrenzenden Leisten f_1 g_1 sind hier annähernd gleich hoch. Anders in Fig. 2 B. Hier ist die äussere Leiste *f* weit niedriger und weniger hervortretend als die innere *g*. Ausserdem aber sieht man nach innen von der inneren Leiste eine zweite langgestreckte Grube *i*, in der sich bei der Section die patella findet. Die Ränder dieser Grube *h h h* sowie der innere *g* springen stark hervor, so dass die Grube dadurch eine relativ grosse Tiefe erhält. Der untere Rand ist auch bei der unteren Ansicht Fig. 2 A zu sehen und veranlasst hier den stark hervorspringenden Höcker *h*. Der oberste Theil der neuen Grube reicht in horizontaler Richtung höher als die eigentliche fossa patellaris. Es findet sich hier also, um es

kurz zu sagen, eine luxatio patellae nach innen von der fossa patellaris vor, und es liegt ausserdem die Kniescheibe höher als die eigentliche fossa patellaris reicht. Es fragt sich nun: Handelt es sich um eine zufällige Luxation oder steht dieselbe mit der Immobilisation in einem causalen Zusammenhange?

Ich glaube sicher, das letztere annehmen zu müssen, und zwar deshalb, weil ich die gleiche Erscheinung, bald mehr bald weniger ausgebildet, einige Male bei meinen Versuchsthieren bemerkte, ohne dass ein trauma nachweisbar gewesen wäre.

Eine Ursache hierfür finde ich nur in der Haltung, die die Thiere dem immobilisirten Bein geben. Einige halten dasselbe unter den Bauch und schleifen es so bei ihren Bewegungen fort; andere halten es direct nach hinten gerichtet, und wieder andere halten es nach hinten und auswärts. Bei den letztgenannten Thieren wird die Luxation leicht eintreten. Ist nämlich die Hinterpfote schräg nach aussen und hinten gerichtet, so wird, wenn das Becken fest und gerade liegt, die Folge sein, dass die vom Becken ausgehende Muskelpartie des quadriceps einen Zug ausübt, der entsprechend der nach hinten und aussen gehenden Lage des Beines nach vorn und innen geht (d. h. vom aufrechtstehenden femur aus, nach oben und innen). Durch diese permanente Zugrichtung kommt, wie ich glaube, allmählich die Luxation zu Stande. Nun tritt, wie wir später noch sehen werden, eine Verkürzung der Muskeln ein, deren Insertionspunkte einander dauernd genähert sind. Dies ist, wenn das Kniegelenk extendirt ist, der Fall — und zwar ganz unabhängig von der Hal-

tung des Oberschenkels zum Becken — bei den Theilen des quadriceps femoris, die am Oberschenkel selbst entspringen. Die schrumpfenden Fasern desselben verstärken den nach oben gehenden Zug der patella mehr und mehr, und es wird daher dieselbe immer mehr nach oben gezogen, während durch die erwähnte andere Muskelpartie gleichzeitig der Zug nach oben und innen fortbesteht. In einigen Fällen, die ich aus anderen Gründen, decubitus etc., nicht veröffentliche, sah ich die patella neben der eigentlichen Grube in einer neuen tiefen Grube, die sie sich über dem condylus internus gebildet hatte. Nur bei Extensionsstellung des Kniegelenks wird die beschriebene Luxation zu Stande kommen, da bei dieser Stellung in Folge der vollständigen Erschlaffung des ligamentum patellare inferius die patella locker in der Grube liegt und daher der Zugrichtung des quadriceps ohne Gegenzug ausgesetzt ist. Beim Menschen ist eine derartige Luxation nicht zu befürchten. Erstens liegt bei ihm auch in der Extensionsstellung die patella viel fester als beim Kaninchen in der Grube; zweitens aber wird der Mensch seiner immobilisirten unteren Extremität nicht diejenige Stellung geben, bei der eine Luxation begünstigt ist. Wenn er kriechend und sein immobilisirtes Bein nach hinten und aussen gerichtet sich aufhalten würde, dann könnte es sich um eine analoge Stellung handeln.

Dass etwa zu lockere Anlegung des Verbandes die Veranlassung zur Luxation beim Kaninchen abgegeben hätte, glaube ich nicht, da man den Verband unmöglich so anlegen kann, dass dabei die patella fest

gegen die fossa patellaris gedrückt wird; dies würde zu decubitus und zu schweren Circulationsstörungen Veranlassung geben.

Ich fahre nunmehr fort in der Beschreibung des Befundes im Kniegelenk. Hier fallen bei Betrachtung des Knorpels Trübungen desselben auf; diese entsprechen den Stellen, die während der Immobilisation dauernd ausser Contact gewesen sind. Vollkommen glatt und glänzend sind die vorderen Abschnitte der condyli femoris *d d* Fig. 2 A und 2 B, sowie die diesen entsprechenden Theile des Knorpels der tibia. Die seitlichen neugebildeten Flächen *e e* des femur sind trübe. Ebenso finden sich ausgedehnte Trübungen sowohl an der tibia als auch an den condyli femoris. An letzteren sind jedoch hinten diejenigen Stellen vollkommen normal glänzend, die durch die ossa sesamoidea der Ursprungssehne der musculi gastrocnemii bedeckt sind. Auch sonst finden sich normal glänzende Stellen, an denen ein Contact mit Knorpel während der Immobilisationszeit nicht stattgefunden hat; besonders ist dies der Fall in unmittelbarer Nachbarschaft der Contactpunkte. Trübe ist ferner die ganze fossa patellaris; auch die neugebildete Grube *i* zeigt an ihrem Grunde nicht den normalen Knorpelglanz.

Während die condyli tibiae dextrae von vorn nach hinten leicht gewölbt sind, tritt am condylus internus tibiae sinistrae eine kleine Vertiefung auf; sie findet sich an der Grenze des normal aussehenden Knorpels und der Trübung.

Im Fussgelenk zeigen die Theile, die in Berührung gewesen sind, gleichfalls normalen Glanz, die ausser Contact gewesenen Trübung.

Der linke Unterschenkel erweist sich bei der Messung als kürzer als der rechte.

Länge der tibia dextra 9,4 cm
„ „ „ sinistra 9,15 „

Nunmehr gehe ich zur mikroskopischen Untersuchung über.

Fig. 1 Taf. II. zeigt normalen Knorpel. Es finden sich die Knorpelzellen so gruppirt, dass sie an der Oberfläche platt und isolirt, weiter von ihr entfernt mehr rundlich, meistens gleichfalls isolirt, in der Tiefe aber in Reihen gelagert sind. Der hier wiedergegebene Schnitt ist dem condylus int. fem. dextr. entnommen.

Fig. 2 zeigt ein mikroskopisches Bild von dem condyl. int. fem. sin.

Die Schnitte, von vorn nach hinten gehend, treffen die makroskopisch glänzenden und trüben Stellen im Zusammenhang.

Zur Erklärung gehe ich in gleicher Richtung, d. h. von vorn nach hinten. Vorn, wo normaler Knorpelglanz vorhanden ist, zeigt sich auch unter dem Mikroskop Alles normal; das Bild entspricht hier genau dem der Fig. 1. Geht man von hier nach hinten, so tritt als erste Abweichung eine Vermehrung der Zellen auf, die anfangs gering, bei weiterer Verschiebung des Präparates aber sehr bedeutend ist. Die Zellen selbst sind stellenweise, besonders nach der Oberfläche zu, kleiner, behalten aber hier zum grossen Theil ihre

platte Gestalt. Die Intercellularsubstanz ist überall normal, lässt keine Streifung wahrnehmen und ist homogen. Allmählich kann man auch in der Anordnung der Zellen ein bestimmtes System erkennen. In der Tiefe bilden sie nämlich — wie normal — Längsreihen, die senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind; doch stehen sowohl die einzelnen Zellen in den Reihen, als auch die Reihen selbst auffallend dicht neben einander; drei, vier Reihen sind auf diese Weise mit wenig dazwischen befindlicher Intercellularsubstanz neben einander gruppirt.[1]) An der Oberfläche sieht man wiederum lange Zellenreihen dieser parallel gerichtet. Geht man von hier noch weiter, so bemerkt man eine weitere Veränderung. Man findet nämlich an der Oberfläche eine dieser parallel gerichtete Streifung der Grundsubstanz und man kommt unter Zunahme derselben bei gleichzeitigem Fortbestehen der Zellenwucherung zu dem Bilde, das Fig. 2 der Tafel II zeigt.

In der Tiefe befinden sich viele Zellenreihen, in denen zahlreiche Zellen zusammen gelagert sind; die Reihen stehen sehr dicht neben einander. Mehr nach

---

[1]) Es ist selbstverständlich, dass im Gesichtsfelde bei gleichem Linsensysteme um so mehr Zellen erscheinen, je dicker der Schnitt ist, zumal wenn man geringe Drehungen an der Schraube vornimmt. Um durch die Dicke des Schnitts nicht getäuscht zu werden, ist es vorzuziehen, eine bestimmte Dicke desselben bei den Untersuchungen zu wählen. Ich wählte bei den nach Entkalkung des Knochens mit dem Mikrotom hergestellten Schnitten die Dicke von 40 μ und habe ich die auf den Tafeln befindlichen Abbildungen solchen Schnitten entnommen.

der Oberfläche zu sieht man parallel dieser gerichtete Zellenreihen, die oft mehrfach geschichtet hinter einander liegen; an einer anderen Stelle *b* sieht man mehr schräg gerichtete oder bogenförmig verlaufende Zellenreihen, die also gewissermassen einen Uebergang der in der Tiefe befindlichen senkrecht (auf die Oberfläche) gerichteten Reihen zu den oberflächlichen parallelen bilden. An der Oberfläche ist die Intercellularsubstanz stark streifig.

Die Zellen dieser streifigen Grundsubstanz sind stellenweise ohne weitere Hülfsmittel deutlich zu erkennen, sie gleichen den oberflächlich in der hyalinen Substanz gelagerten Zellen; ja man kann, wie z. B bei *c*, noch deutlich die reihenförmige Anordnung parallel der Oberfläche erkennen. Jedoch ändert sich dies, und es treten, während die Streifung zunimmt, die Zellen zurück; sie sind nicht mehr deutlich zu erkennen, sie werden kleiner und flacher und gleichen schliesslich vollständig den Spindelzellen wie bei *d* Fig. 2.

Histologisch unterscheidet sich hier dies Gewebe in Nichts vom Bindegewebe. Dasselbe hängt mit der Unterlage fest zusammen.

Die einzelnen Acte, um die es sich hier handelt, sind also: Zellenwucherung, die Zellen sind an der Oberfläche platt und klein; Streifigwerden der Grundsubstanz, Auftreten von Bindegewebszellen unter gleichzeitigem Stärkerwerden der Streifung der Grundsubstanz. Es handelt sich hier demnach um eine Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe. Geht man von hier, wo wahres Bindegewebe auftritt, weiter nach hinten, so schwindet dasselbe allmählich, ähnlich wie es,

wenn man von vorn ausgeht, zugenommen hat, und man hat hinten wieder normalen Knorpel. Die stärksten Veränderungen liegen also wesentlich in der Mitte des condylus, und sind besonders die hinteren Stellen, wo die ossa sesamoidea liegen, von normalem Knorpel bedeckt.

An vielen Stellen löst sich die Bindegewebsschicht, ohne dass Zerrungen des Schnitts stattgefunden hätten, leicht von dem Knorpel los, und es bleibt kein localer Zusammenhang zwischen beiden Gewebsarten bestehen; der Knorpel zeigt an solchen Stellen normale Beschaffenheit. Das losgelöste Bindegewebe bleibt jedoch in Verbindung mit dem benachbarten Bindegewebe, das ich oben beschrieben habe und das fest mit dem unter ihm gelegenen Knorpel verbunden ist. Die von einem andern Falle stammende Fig. 1 Tafel III zeigt etwas Aehnliches. Das Bindegewebe *b* hat sich hier von dem Knorpel *c* losgelöst, hängt aber zusammen mit dem Bindegewebe *a*.

An solchen Stellen, wo ein fester Zusammenhang zwischen Bindegewebe und Knorpel besteht, beobachtet man bei genauem Zusehen leicht, dass die Faserrichtung, die an der Oberfläche dieser parallel ist, von dieser etwas entfernt oft bogenförmig und schräg zum Knorpel zieht. Leicht angedeutet ist dies in Fig. 2, Taf. II in der Nähe des Zellenhaufens *b*. An Zupfpräparaten lässt sich dieser directe Zusammenhang der beiden Gewebsarten besonders schön nachweisen, da bei derartigen Präparaten ein Theil der Fasern am Knorpel hängen bleibt. An manchen Stellen ist allerdings, wie schon erwähnt, das Bindegewebe zwar mit dem

benachbarten Bindegewebe, nicht aber mit dem unter ihm liegenden Knorpel verbunden; an solchen Stellen kann man auch nicht den Uebergang von Knorpel zu Bindegewebe, wie er in Fig. 2 Tafel II zu sehen ist, und wie ich ihn oben geschildert habe, erkennen. Diesen anatomischen Verhältnissen gemäss ist der ganze Process folgendermassen aufzufassen. Wo sich Uebergänge vom Knorpel zum Bindegewebe resp. ein Zusammenhang von beiden feststellen lässt, da handelt es sich sicherlich auch um ein locales Entstehen des Bindegewebes aus Knorpel; es handelt sich um eine Metaplasie. Dort hingegen, wo sich eine scharfe Grenze zwischen Bindegewebe und Knorpel befindet, wo keine Uebergänge zu constatiren, wo jeder organische Zusammenhang fehlt, da ist das Bindegewebe nicht local entstanden. Wo es entstanden ist, woher es stammt, das sieht man aus dem Zusammenhange dieser Bindegewebsschichten mit benachbartem, fest an dem Knorpel haftendem Bindegewebe. Wenn man nicht annimmt, dass erst nachträglich eine so feste Verwachsung stattgefunden hat, so muss man annehmen, dass von diesem aus eine Weiterverbreitung stattfindet; es lagert sich auf Knorpel, der selbst noch nicht die bindegewebige Umwandlung durchgemacht hat, Bindegewebe, das von dem aus benachbartem Knorpel entwickelten abstammt. Endlich kann auch ein Theil des Bindegewebes von einem Herüberwachsen der synovialis herrühren. Keinesfalls ist aber die Hauptmasse des vorgefundenen Bindegewebes ein Product der synovialis; ja ich glaube, dass diese nur ein relativ geringes Quantum desselben hervorbringt.

Die Verhältnisse in den anderen Gelenkabschnitten liegen ebenso wie an dem condyl. int. femoris, dessen mikroskopische Beschaffenheit ich im Vorhergehenden geschildert und in der Abbildung 2 auf Tafel II gezeigt habe.

Was die tibia betrifft, so habe ich oben eine kleine Vertiefung beschrieben, die sich am condylus internus fand. Makroskopisch ist hier die Grenze des normalen nach vorn gelegenen, glänzenden Knorpels und der nach hinten und aussen befindlichen mehr trüben Partie. Die von vorn nach hinten durch die Einsenkung gelegten Mikrotomschnitte zeigen auch unter dem Mikroskop, dass hier die Grenze von normalem Knorpel und den veränderten Theilen desselben sich befindet; vor ihr befindet sich hyaliner Knorpel allerdings mit lebhafter Proliferation der Zellen. Gerade an der Vertiefung zeigt sich eine interessante Anordnung der Zellen. Während vor derselben die oberflächlichen Zellenreihen der Oberfläche parallel gelagert sind, tritt hier eine andere Richtung auf, indem die Zellen bogenförmig angeordnet sind und von der Oberfläche nach der Tiefe zu sich in dieser Richtung verfolgen lassen. Es zeigen diese Zellenreihen den Uebergang von den proliferirten Knorpelzellen zu Bindegewebskörperchen: runde Zellen, dann flachere, dann spindelförmige. Es findet sich auch hier an der Oberfläche unter gleichzeitigem Auftreten der Streifung der Grundsubstanz wahres Bindegewebe. Die bogenförmige Anordnung der Zellen, der auch die Intercellularsubstanz folgt, bedingt hier offenbar die Einsenkung, die sich an der Grenze der parallelen und der bogenförmigen Zellenanordnung findet.

Stellenweise sieht man ganz oberflächlich ein zellenreiches Gewebe mit fast homogener Grundsubstanz, das Uebergänge zu dem beschriebenen spindelzellenhaltigen Bindegewebe erkennen lässt. Ich rechne es gleichfalls zum Bindegewebe. Eine scharfe Grenze zwischen ihm und dem oben beschriebenen Bindewebe lässt sich nicht erkennen; ebensowenig zwischen ihm und dem Knorpel; es finden sich vielmehr viele Uebergänge. Zwischen den Zellen jenes Gewebes ist bald mehr bald weniger Intercellularsubstanz vorhanden, die sich überall nach der Oberfläche zu weiter erstreckt als die Zellen. Daraus geht hervor, dass es sich um eingelagerte, nicht um aufgelagerte Zellen handelt. Ich komme später noch einmal darauf zurück bei der Besprechung der von Reyher und van Haren Noman beschriebenen epithelioiden Zellen. Diejenigen Stellen des femur, in denen die cartilagines semicirculares gelegen haben — Tafel I Fig. 2 A *e e* — bestehen aus Faserknorpel und Bindegewebe. Die neugebildete fossa patellaris — Fig. 2 B *i* — zeigt an ihrem Grunde Folgendes:

Knorpelzellen ohne jede typische Anordnung liegen in einer bald mehr faserigen, bald mehr homogenen Grundsubstanz; an der Oberfläche findet sich Bindegewebe mit Spindelzellen; zwischen diesem und jenem in der Tiefe gelegenen Gewebe finden sich viele Uebergänge.

Ebenso wie im Kniegelenk liegen die Verhältnisse im Fussgelenk. Wo Berührung stattgefunden hatte, ist der Knorpel normal; ausserhalb dieser Bezirke findet sich Bindegewebe über hyalinem Knorpel.

Ich fahre, nachdem ich diesen Fall ausführlich erörtert habe, in der alten Reihenfolge fort; es dürfte jetzt leichter sein, die Veränderungen, die sich im Gelenk zeigen, zu erläutern.

V. Graues Kaninchen, 4 Monate alt. Das linke Bein wird immobilisirt den 21. April 1885. Das Thier wird todt gefunden den 11. Mai 1885, Immobilisationsdauer mithin 20 Tage. Bei Beginn der Untersuchung ist bereits Todtenstarre eingetreten. Da diese eine genaue Feststellung der passiven Beweglichkeit verhindert, so unterbleibt dieser Theil der Untersuchung. Ebenso musste er bei einigen anderen Thieren unterbleiben, da auch bei ihnen, nachdem sie eines natürlichen Todes gestorben waren, vor der Untersuchung bereits die Todtenstarre eingetreten war. Es lässt sich unter diesen Umständen nicht auseinander halten, wie weit die Excursionsverminderung durch postmortale, wie weit durch intra vitam eingetretene Veränderungen des Muskels bedingt ist. Um auch bei solchen Thieren die Beweglichkeit zu prüfen, hätte ich bis nach der Lösung der Todtenstarre warten müssen. Dieses ist aber entschieden zu vermeiden, da in solchem Falle die postmortalen Veränderungen der Gelenke eine Untersuchung dieser theilweise illusorisch machen würden. Sowohl der Gelenkinhalt als auch die Färbung des Knorpels ist schon kurze Zeit nach dem Tode Veränderungen unterworfen, die leicht eine falsche Deutung erhalten und es deshalb nöthig machen, zur Erlangung sicherer Resultate so zeitig wie möglich die Gelenke zu inspiciren.

In den Gelenken (Knie- und Fussgelenk) des hier

zu beschreibenden Falles kann ich keine Veränderungen feststellen. Stellenweise ist wohl, besonders in der fossa patellaris, die oberflächlichste Schicht des Knorpels parallel der Oberfläche leicht gestreift; doch will ich darauf kein grosses Gewicht legen, weil auch an normalem Knorpel leichte Streifung der Grundsubstanz sich zuweilen an der Oberfläche findet.

An den beiden nun folgenden Fällen will ich versuchen, die oben aufgestellte Frage zu beantworten, ob die Muskeln durch Verkürzung oder durch feste Verwachsung mit der Umgebung zum Bewegungshindernisse werden.

VI. Graues Kaninchen, 2 Monate alt. Die linke Hinterpfote wird den 2. Februar 1885 eingegypst; das Thier wird getödtet den 2. März 1885, so dass die Immobilisation 28 Tage gedauert hat.

Die Beweglichkeitsuntersuchung ergiebt:

Rechtes	Kniegelenk	180° — 17° = 163°
Linkes	"	180° — 122° = 58° (— 105°)
Rechtes	Fussgelenk	183° — 12° = 171°
Linkes	"	183° — 127° = 56° (— 115°)

Im linken Kniegelenk wird die Beweglichkeit nach Fortnahme der Muskeln nicht normal, es bleibt eine Bewegungsbeschränkung zurück, die erst nach Einschneiden der vorderen Kapselwand schwindet.

Auf das Fussgelenk komme ich bald zu sprechen; ich erwähne zuerst den folgenden Fall:

VII. Weisses Kaninchen, 1 Jahr alt. Die linke Hinterpfote wird immobilisirt den 13. März 1885, das Thier wird getödtet, und zwar wie jedesmal, wenn das Thier nicht todt gefunden wurde, mit Chloro-

form den 12. April 1885, so dass die Dauer der Immobilisation 30 Tage betrug; sie erstreckte sich auch in diesem Falle auf Knie- und Fussgelenk.

Die Bewegungsfähigkeit beträgt:

Rechtes Kniegelenk	180° —19° = 161°	
Linkes "	184° —73° = 111°	(—50°)
Rechtes Fussgelenk	178° —18° = 160°	
Linkes "	177° —65° = 112°	(—48°)

Auch bei diesem Thier tritt erst nach Kapseldurchschneidung am Kniegelenk normale Bewegungsfähigkeit ein. Die Fussgelenke dieser beiden letzten Fälle benutze ich, um die oben (s. S. 16) erörterte Frage in Betreff der Muskeln zu beantworten.

Das sicherste Mittel, eine Verkürzung der Muskeln, also hier der Fussgelenksstrecker, nachzuweisen, wäre natürlich die Messung der Muskellänge an der normalen und an der immobilisirten Seite. Diese Messungen sind aber so ausserordentlich schwierig; sie erfordern, wenn sie zuverlässige Resultate liefern sollen, so viel Zeit, sie sind besonders anfangs mit so vielen Fehlerquellen verbunden, dass ich bald von Messungen Abstand nahm, um nicht die Untersuchung der Gelenke, die meine Hauptaufgabe bildete, zu vernachlässigen.

Doch führt eine einfache Erwägung zum Ziele. Es ist zweifelhaft, ob Verwachsung mit der Umgebung oder Verkürzung der Muskeln das Hinderniss ist. Handelt es sich um jene, so muss das Hinderniss schwinden, wenn es gelingt, den Muskel vollkommen isolirt darzustellen; handelt es sich hingegen um Verkürzung, so wird unabhängig von der Isolation des Muskels die Beweglichkeitsbeschränkung fortbestehen.

Ferner wird, wenn es sich um Verkürzung handelt, Durchschneidung des Muskels an beliebiger Stelle das Hinderniss beseitigen; hingegen wird bei Verwachsung eine senkrechte Durchtrennung der Muskelfasern dies nicht thun. Aus der Art, wie das Bewegungshemmniss beseitigt wird, kann man somit einen Schluss auf die Art desselben ziehen.

In Fall VI habe ich sämmtliche Muskeln an der Hinterseite des Unterschenkels bis an die Kapsel heran vollkommen isolirt, was mit Leichtigkeit gelang. Die Bewegung im Fussgelenk nahm trotzdem fast gar nicht zu. Durchschneidung der Muskeln führte sofort die Möglichkeit gleicher Flexion herbei wie rechts.

In Fall VII habe ich hingegen ohne vorhergehende Isolation der Muskeln Durchschneidung derselben, ziemlich hoch oben, vorgenommen; dies führte sogleich zum Ziele; die Beweglichkeit wurde normal.

Aehnlich verfuhr ich bei anderen Thieren am Fuss- und Kniegelenk, und komme ich demgemäss zu dem Resultat, dass es wesentlich eine Verkürzung des Muskels (Muskel und Sehne) ist, die das Bewegungshemmniss, soweit es vom Muskel abhängig ist, veranlasst und höchstens in geringem Grade eine festere Verwachsung desselben mit der Umgebung.

In den beiden letzten Fällen schwand also ohne jede Kapselverletzung das Bewegungshinderniss des Fussgelenks.

Ich komme nunmehr zurück zur Besprechung von Fall VI.

Betrachtet man das femur sinistrum, so fällt hier eine Abnormität an der vorderen Seite auf. Fig. 3 auf Tafel I zeigt die Ansicht dieses Knochens. Man sieht hier die fossa patellaris *a* ebenso wie in Fig. 4 bei a_1, die einem normalen femur dextrum entnommen ist. Die eigentliche fossa patellaris und der hyaline Knorpel endet in Fig. 3 bei *f*, darüber sieht man einen kleinen Höcker *b*, der unten concav ist. In dieser Concavität findet sich bei der Untersuchung der obere Rand der patella.

Die normale Lage der patella beim Kaninchen ist folgende: In Flexionsstellung des Kniegelenks wird sie, wie oben schon bemerkt, durch das ligamentum patellare inferius fest nach dem unteren Theile der langgestreckten fossa patellaris gezogen, um in Extensionsstellung nach oben zu gleiten. Hierbei kommt sie bald theilweise, bald auch, wie es scheint, ganz dahin zu liegen, wo die fossa patellaris schon aufgehört hat, wo die seitlichen Leisten kaum noch vorhanden sind, wo der hyaline Knorpel fehlt und sich an seiner Stelle Bindegewebe findet; in Fig. 3 über der schwach hervortretenden horinzontalen Linie *f*, die die Grenze des hyalinen Knorpels bezeichnet. Nach sonstiger Analogie müsste hier unter dem Einfluss des Contactes mit dem hyalinen Knorpel der patella auch auf dem femur hyaliner Knorpel vorhanden sein. Es ist indessen zu berücksichtigen, dass die patella bei Extension des Kniegelenks nur sehr locker aufliegt und nicht gegen das femur gedrückt wird, wie dies bei Flexion der Fall ist, dass hier oben also wohl Berührung, nicht aber gegenseitiger Druck stattfindet. Ein zweiter Grund, der das Fehlen von hyalinem Knorpel an jener Stelle erklärt, ist die bei

Kaninchen nur selten ausgeführte vollständige Extension des Kniegelenks. Doch bemerke ich, dass dies nur Vermuthungen sind, und dass über viele dieser Dinge durchaus noch nicht die wünschenswerthe Klarheit besteht. Giebt es ja auch beim Menschen an Gelenkflächen einzelner Knochen Bezirke, die, obwohl der Reibung und dem Drucke ausgesetzt, dennoch nicht aus Knorpel sondern aus Bindegewebe bestehen; über die Ursache dieser Erscheinung haben wir noch keine Aufklärung erhalten.

Jedenfalls liegt also bei normalen Kaninchen in Extensionsstellung die patella theilweise an einer Stelle des femur, die keinen hyalinen Knorpel trägt. So hoch wie in dem hier besprochenen Falle am linken Bein habe ich sie allerdings sonst nicht gesehen. Ich erkläre mir dies hier so, dass beim Nachschleppen des Beins gewisse Theile des quadriceps femoris gespannt werden, und zwar diejenigen, die vom Becken stammen, und dass diese durch ihre Spannung, da das Becken nicht nach unten gezogen wird, die patella nach oben ziehen, wo sie nun in Folge des permanenten Nachschleppens des Beins liegen bleibt. Die nicht gespannten Theile des quadriceps werden sich aber, wie alle Muskeln, deren Insertionspunkte permanent genähert sind, verkürzen und dadurch den nach oben gehenden Zug an der patella noch vermehren. Es ist dies mithin ein ganz ähnlicher Vorgang, wie ich ihn bei Fall IV erörtert habe. Dort war es Zug nach oben und innen; hier ist es lediglich Zug nach oben.

Welches nun auch die Ursache sein mag, es findet sich in dem hier zu beschreibenden Falle die patella

hoch oben und sie hat begonnen, sich eine neue Grube herzustellen, und zwar dadurch, dass durch Wucherung des Bindegewebes zunächst der obere Rand der Grube gebildet wird, der nach nur 28 tägiger Immobilisation schon sehr deutlich ausgebildet ist. Es findet sich also bei diesem nur 28 Tage immobilisirten Thier schon eine Formveränderung vor, darin bestehend, dass die patella an ihrem während der Immobilisation hoch oben befindlichen Lagerungsorte sich bestrebt, eine neue Grube zu bilden, die ihrer Form angepasst ist.

Von sonstigen makroskopischen Abweichungen nenne ich ganz leichte und wenig ausgedehnte Trübungen, die im Kniegelenk an solchen Knorpelstellen wahrzunehmen sind, die von dem Contaktpunkte weit entfernt liegen. Den Trübungen entspricht bei mikroskopischer Untersuchung Bindegewebe bald mit scharfer Abgrenzung vom Knorpel, bald in allmählichem Uebergang zu ihm. Sehr schön zeigt diesen die fossa patellaris. Die nach der Oberfläche zu befindlichen platten Zellen liegen vielfach in einer streifigen Grundsubstanz, die von der hyalinen Substanz nicht immer durch eine gerade Linie getrennt ist.

Der zweite der Fälle, die ich hier gemeinsam besprochen habe, Fall VII, bietet ganz ähnliche Veränderungen dar wie Fall VI. Die patella ist gleichfalls nach oben gerückt und hat ebenfalls angefangen, sich hier eine Grube herzustellen. Der Knorpel zeigt stellenweise an der Oberfläche Umwandlung in Bindegewebe; stellenweise liegt dieses aber nur locker auf dem Knorpel.

Eine weitere Veränderung kommt indessen hier schon hinzu, die ich oben bei Fall IV erörtert habe;

die Verbreiterung an dem vorderen Ende der condyli femoris, die bedingt ist durch Bildung der neuen Flächen, in denen die cartilagines semicirculares gelagert sind.

Es beträgt die Breite:

das femur dextrum 10,5 mm
„ femur sinistrum 11,5 „

Die Messung wird unmittelbar vor dem Ursprung der Sehne des extensor digitorum pedis communis vorgenommen.

VIII. Graues Kaninchen, 6 Monate alt. Die rechte Hinterpfote wird immobilisirt den 24. April 1885, und zwar Knie- und Fussgelenk in möglichster Flexionsstellung. Es wird das Thier getödtet den 25. Mai, so dass der Verband 31 Tage gelegen hat.

Die Beweglichkeitsmessung ergiebt folgendes Resultat:

Linkes	Kniegelenk	178° — 19° = 159°
Rechtes	„	110° — 21° = 89° (— 70°)
Linkes	Fussgelenk	175° — 19° = 156°
Rechtes	„	126° — 16° = 110° (— 46°)

Durchschneidung der Muskeln macht die Beweglichkeit in allen Gelenken normal. Die makroskopische und mikroskopische Untersuchung des Gelenks lässt keine Abweichung erkennen.

Es ist dies leider mein einziges in vollkommener Flexion des Knie- und Fussgelenks immobilisirtes Thier, das ich hier beschreiben kann; bei zwei anderen, die ich in gleicher Stellung eingegypst hatte, fand sich bei der Sektion ein tiefgehender decubitus vor, der zu ausgedehnter Gangrän und Phlegmone führte, entsprechend dem hinteren Ende des calcaneus, das bei Flexion stark unter

der Haut hervorspringt. Das veranlasst mich, die Fälle unerwähnt zu lassen.

IX. Graues Kaninchen, 4 Monate alt. Die linke Hinterpfote wird den 2. November 1884 immobilisirt, das Thier getödtet den 5. Dezember; Immobilisationsdauer mithin 33 Tage.

Die Excursionsweite beträgt:

im rechten Kniegelenk	175° — 28° = 147°	
„ linken „	177° — 122° = 55°	(— 92°)
„ rechten Fussgelenk	180° — 16° = 164°	
„ linken „	180° — 112° = 68°	(— 96°)

Im linken Fussgelenk tritt nach Muskeldurchschneidung Flexion ein bis 28°, es bleibt mithin dieselbe um 12° zurück gegen rechts. Durchschneidung der hinteren Kapselwand führt zu normaler Beweglichkeit.

Auch bei diesem Thiere lassen sich feine Trübungen beobachten. Dieselben treten allerdings am frischen Präparat nur unbedeutend hervor. Wie die Knochen der anderen Thiere habe ich auch die zu diesem Falle gehörenden vor der mikroskopischen Untersuchung der Gelenktheile entkalkt. Ich wählte hierzu bei den meisten Fällen 1procentige Chromsäure; bei wenigen Ebner'sche Flüssigkeit:

Salzsäure	5,0
Alkohol	1000,0
Aqua destillata	200,0
Chlornatrium	5,0

oder auch $^1/_2$procentige Salpetersäure.

Die Chromsäure hat eine auch nach reichlicher Auswässerung zurückbleibende grüne Färbung des ganzen

Präparates zur Folge. Hierbei zeigen sich die beim frischen Präparat trübe erscheinenden Theile der Gelenkoberfläche im Gegensatz zu dem tiefgrünen Knorpel viel weniger gefärbt; eine blasse graugrünliche Farbe zeichnet diese Stellen aus und es lassen sich an mit Chromsäure behandelten Präparaten dadurch die veränderten Stellen oft viel deutlicher sehen, als es am frischen Knorpel der Fall ist. Beim frischen Präparat verhindert ausserdem der Glanz der synovia öfter die Unterscheidung kleiner Trübungen vom normalen glänzenden Knorpel.

Auch bei dem hier erörterten Falle konnten die abnormen Stellen am in Chromsäure entkalkten Präparat viel besser festgestellt werden als am frischen. Die Untersuchung dieser Stellen, die weit vom Berührungspunkte der Knorpel entfernt sind, zeigt auch hier Bindegewebe in freilich noch sehr dünner Lage. Das Bindegewebe löst sich selbst bei sorgfältigster Behandlung des mikroskopischen Präparats in grosser Ausdehnung von dem Knorpel ab; einzelne Theile bleiben indessen am Knorpel hängen und an ihnen kann man vielfach das bogenförmige Umbiegen der Zellen aus dem Knorpel zum Bindegewebe verfolgen, sowie das allmähliche Uebergehen des einen Gewebes in das andere erkennen.

X. Graues Kaninchen, 6 Monate alt. Es wird das linke Fussgelenk immobilisirt; doch reichte der Verband nach oben nicht sehr weit und lag oben locker an, so dass die innerhalb des Verbandes möglichen Bewegungen eine relativ erhebliche Ausdehnung annehmen konnten. Die Immobilisation geschah am

23. November 1884, das Thier wurde todt gefunden den 1. Januar 1885, mithin Dauer der Immobilisation 39 Tage. Da bereits Todtenstarre eingetreten war, so musste die Beweglichkeitsuntersuchung unterbleiben.

Ich finde weder eine Abweichung der synovialis, noch des Inhalts, noch des Knorpels.

XI. Schwarzes Kaninchen, 4 Monate alt. Die linke Hinterpfote wird den 21 März 1885 immobilisirt. Das Thier wird todt gefunden den 6. Mai; Immobilisationsdauer 46 Tage.

Da Todtenstarre vorhanden ist, so fällt die Messung der Beweglichkeit fort.

Die Verbreiterung des femur mit der schon beschriebenen neuen Flächenbildung ist in geringem Grade ausgeprägt.

Es finden sich ausgedehnte Trübungen an ausser Contact gewesenen Stellen des Knorpels vor; ihnen entsprechend mikroskopisch Bindegewebe, ähnlich wie in einigen der vorher geschilderten Fälle. An den Rändern kann man das Bindegewebe manchmal direct bis zur synovialis verfolgen. Die Uebergänge vom hyalinen Knorpel zum faserigen Bindegewebe zeigen sich sehr schön in der fossa patellaris, sowohl was die Grundsubstanz als auch was die Zellen betrifft. Auf die in der Tiefe vollkommen normale hyaline Grundsubstanz sieht man nach der Oberfläche zu schwache, dann allmählich stärkere Streifung folgen, während gleichzeitig die Zellen eine flache spindelförmige Gestalt annehmen.

XII. Weisses Kaninchen, 9 Monate alt. Die rechte Hinterpfote erhält den 21. August 1884 einen

Immobilisationsverband; die Tödtung des Thieres erfolgt den 13. November, mithin hat die Immobilisation 84 Tage gedauert. Der Verband liess das Fussgelenk vollkommen frei und fixirte nur das Kniegelenk.

Es lässt sich bewegen

das linke Kniegelenk von 180° — 22° = 158°
das rechte „ „ 185° —115° = 70° (—88°)

Die Beweglichkeit nimmt nach Muskeldurchschneidung nur wenig zu; erst Kapseltrennung lässt die normale Flexionsstellung erreichen.

Die Veränderungen im Gelenk sind ähnlich wie bei Fall IV. Die patella ist jedoch hier nicht luxirt; es fehlt auch die Abplattung an den Stellen des condyli femoris, die während der Immobilisation in Contact gewesen sind.

Trübungen finden sich gleichfalls; indessen zeigen auch in diesem Falle die während der Immobilisation dem permanenten Drucke ausgesetzt gewesenen Stellen keine makroskopische oder mikroskopische Abweichung. Die synovialis lässt nichts Abnormes erkennen, nicht die geringsten entzündlichen Erscheinungen kann ich an ihr wahrnehmen. Den trüben Stellen des Knorpels entsprechend constatire ich mit dem Mikroskop Bindegewebe.

XIII. Weisses Kaninchen, 1 Jahr alt. Die rechte Hinterpfote wird immobilisirt den 12. August 1884. Der Verband erstreckt sich auf Knie- und Fussgelenk. Das Thier wird getödtet den 15. November

1884; der Verband hat somit 95 Tage gelegen. Es beträgt die Beweglichkeit:

Linkes Kniegelenk 180° — 22° = 158°
Rechtes „ 180° — 75° = 105° (— 53°)

Muskeldurchschneidung führt theilweises, Kapsel- und Bändertrennung vollkommenes Schwinden der Beweglichkeitsbeschränkung herbei.

Was das Fussgelenk betrifft, so lässt sich beugen:
Das linke von 175° — 23° = 152°
„ rechte „ 177° —125° = 52° (—100°)

Ich versuche im Fussgelenk durch Anwendung von Gewalt weitere Beugung zu erreichen; hierbei tritt eine fractura calcanei ein, indem das hintere Ende abreisst. Ich bemerke, dass die Achillessehne an dem hinteren Ende des calcaneus inserirt; sie ist die Sehne des triceps surae, der bei Extension des Fussgelenks sich erheblich zu verkürzen Gelegenheit hat, da hierbei seine Insertionspunkte einander genähert sind. Diese Verkürzung hat hier also einen so erheblichen Grad erreicht, dass durch Anspannung des Muskels eine Fractur des Knochens, an den er sich inserirt, erzeugt wird.

Die makroskopische Untersuchung des Kniegelenks ergiebt ähnliche Resultate wie bei den letzten Fällen; die des Fussgelenks fällt fort, da in Folge des künstlich erzeugten Knochenbruchs Veränderungen des Inhalts sowie blutige Färbung des Knorpels hervorgebracht ist.

Im Kniegelenk finden sich auch hier glanzlose Stellen und ihnen entsprechend Bindegewebe. An Zupfpräparaten lässt sich wie in anderen Fällen der

Zusammenhang des faserigen Bindegewebes mit dem hyalinen Knorpel feststellen, indem an vielen Stellen beim Zupfen Fasern am Knorpel hängen bleiben und sich auch theilweise eine Strecke hinein in ihn verfolgen lassen. Schon dieser Umstand spricht dafür, dass ein intimer localer Zusammenhang zwischen Knorpel und Bindegewebe besteht, und dass das letztere an solchen Stellen nicht über jenen hinüber gewachsen ist. Auch die Zellen bieten Uebergänge von Knorpel- zu Bindegewebszellen dar.

XIV. Graues Kaninchen, 1 Jahr alt. Die linke Hinterpfote wird den 6. November 1884 immobilisirt. Das Thier wird getödtet den 14. Februar 1885, mithin Immobilisationsdauer 100 Tage. Knie und Fussgelenk waren immobilisirt.

Es beträgt die Excursionsweite:

des rechten Kniegelenks	175° — 21° = 154°	
„ linken „	183° —102° = 81°	(— 73°)
„ rechten Fussgelenks	178° — 20° = 158°	
„ linken „	180° —135° = 45°	(—113°)

Fortnahme der Muskeln lässt Flexion des linken Fussgelenks bis 97° zu, so dass noch ein erheblicher Defect der Beweglichkeit bestehen bleibt, der aber durch Einschneiden der hinteren Kapsel verschwindet.

Am Kniegelenk genügt die Muskeldurchschneidung gleichfalls nicht zur Herstellung normaler Beweglichkeit; auch hier ist Kapseldurchschneidung nöthig, um vollständige Flexion zu erreichen.

Die Gestalt der dem Kniegelenk angehörenden Theile des femur zeigt mehrfache Abweichungen.

Wie bei anderen schon beschriebenen Fällen hat sich auch hier am femur sinistrum eine Verbreiterung am vorderen Abschnitt entwickelt in Verbindung mit der schon bei Fall IV genauer beschriebenen Gestaltveränderung. Es beträgt hier die Breite des femur:

rechts 10,5 mm
links 12,5 „

Eine weitere Abweichung der Form bietet die fossa patellaris. Fig. 4 auf Tafel I zeigt ein normales femur dextrum, Fig. 5 das femur sinistrum unseres Falles von vorn. Die erwähnte Verbreiterung ist von vorn nicht zu sehen; es wäre dazu die Ansicht von unten nöthig, die ich aber, da sie im Wesentlichen eine Wiederholung von 2 A wäre, nicht beifüge.

Da, wo die horizontale Linie h_1 in Fig. 4 verläuft, hört die eigentliche Grube auf; oberhalb dieser Linie sind die Seitenleisten nur noch ganz schwach ausgeprägt und der hyaline Knorpel ist, wie schon erwähnt, durch Bindegewebe ersetzt.

An dem femur sinistrum des zu beschreibenden Falles ist diese Linie nicht deutlich ausgeprägt, doch findet sich, etwa der ihr zukommenden Höhe entprechend und oberhalb dieser Stelle eine tiefe Grube, die nach beiden Seiten von zwei hohen Leisten *bb* begrenzt ist. Diese hängen mit denen zusammen, die die eigentliche fossa patellaris begrenzen. Diese oben gelegenen Leisten sind aber bedeutend höher als die seitlichen Leisten der tiefer gelegenen eigentlichen fossa patellaris, und sind durch eine kleine Einsenkung von diesen letzteren getrennt. Die innere neugebildete Leiste ist höher als die äussere. Ausserdem ist der

zwischen ihnen gelegene Raum nach oben begrenzt von einer niedrigeren, horizontal verlaufenden Leiste c, die in Fig. 3 dem schon beschriebenen Höcker b entspricht und die die Grenze der neugebildeten Grube nach oben bildet. Es wiederholt sich somit in diesem Falle genau das, was ich oben bereits ausführlich geschildert habe. Die patella, die während der Immobilisation weit nach oben zu liegen kommt, hat sich hier eine neue Grube gebildet. Dies ist wesentlich dadurch der Fall, dass an den Seiten und oben vermehrtes Wachsthum stattgefunden hat, wodurch die dazwischen gelegenen Theile tiefer liegen und eine Grube darstellen.

Was die weitere Untersuchung des femur betrifft, so finden sich auch hier glanzlose Stellen, aber immer nur da, wo kein Contact stattgefunden hat. Die oben beschriebenen seitlichen Leisten *bb* sind weissglänzend, was dazwischen liegt, leicht trübe; die darunter befindliche eigentliche fossa patellaris ist gleichfalls überall trübe.

Während die oben beschriebenen erhabenen Leisten mikroskopisch sich als aus Faserknorpel und Bindegewebe bestehend erweisen, entspricht den trüben Stellen der ausser Contact gewesenen Theile der Gelenkoberfläche auch hier bei der mikroskopischen Untersuchung Bindegewebe.

XV. Gelbes Kaninchen, 6 Monate alt. Die rechte Hinterpfote wird immobilisirt den 8. November 1884; getödtet wird das Thier den 20. Februar 1885; Dauer der Immobilisation mithin 104 Tage. Die Immobilisation erstreckte sich nur auf das Kniegelenk.

Die Beweglichkeit beträgt nach dem Tode:
Linkes Kniegelenk 174° — 14° = 160°
Rechtes „ 180° —128° = 52° (—108°).

Auch hier tritt erst nach Kapseldurchschneidung normale Beweglichkeit ein. Die makroskopischen Abweichungen sind in diesem Falle dem vorhergehenden ähnlich.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt reichlich Bindegewebe an den ausser Berührung gewesenen Abschnitten der Gelenkflächen. Das Bindegewebe reicht vielfach zackig in den Knorpel hinein. Demgemäss ist die Grenzlinie zwischen dem nach dem Knochen zu befindlichen normalen Knorpel und dem oberflächlich gelegenen Bindegewebe keine gerade Linie. Sowohl die Fasern als auch die Bindegewebszellen gehen stellenweise mit kleinen vorgeschobenen Zacken in den Knorpel hinein, ähnlich, wie dies auf Tafel III in Fig. 1 bei *a a* zu sehen ist, die zu einem später zu beschreibenden Falle gehört. Die Hauptrichtung der Fasern des Bindegewebes ist freilich auch hier wie in allen Fällen parallel der Oberfläche. Die Bindegewebsschicht ist stellenweise mehr als halb so dick wie der noch vorhandene hyaline Knorpel. Sie zeigt nicht immer einen continuirlichen Zusammenhang, vielmehr finden sich stellenweise an der Oberfläche zwischen den einzelnen Bindegewebsrayons wieder Abschnitte mit unverändertem hyalinen Knorpel. An anderen Stellen zeigt sich der Beginn der Bindegewebsbildung. Die Streifung der Grundsubstanz ist hier noch wenig ausgeprägt, und es verläuft dieselbe in bogenförmigen Linien nach der Oberfläche zu; ähnlich sieht man es in Fig. 2 der Tafel III bei *a*.

Die Figur gehört zu einem anderen Falle, in welchem die Veränderung jedoch weiter vorgeschritten war. Auch die Knorpelzellen lassen da, wo Bindegewebe auftritt, den Uebergang zu Spindelzellen erkennen. Runde, dann flacher werdende auch sternförmige Zellen finden sich hier eng zusammengedrängt vor. An anderen Stellen ist Alles annähernd normal; weder Zellenproliferation noch sonstige Veränderungen kann ich hier constatiren. Auch bei diesem Thier kann ich an einzelnen Stellen des Knorpels, der unter dem Bindegewebe liegt, einen localen Uebergang dieser beiden Gewebe in einander nicht beobachten; demgemäss ist auch der Zusammenhang ein ganz schwacher und löst sich hier das Bindegewebe mit Leichtigkeit von dem darunter befindlichen Knorpel los. Findet auch an einzelnen Stellen eine Loslösung nicht statt, so ist hier die Grenze eine gerade scharfe Linie, die eine deutliche Trennung von Bindegewebe und Knorpel bildet.

Im Gegensatz zu den beschriebenen Veränderungen sind die Contactstellen durchaus normal.

XVI. Weisses Kaninchen, 6 Monate alt. Es wird den 15. August 1884 das linke Fussgelenk immobilisirt in geringer Flexionsstellung. Der Winkel zwischen Fuss und Unterschenkel beträgt etwa 150°. Das Thier wird todt gefunden den 27. November, mithin hat der Verband 104 Tage gelegen.

Der Todtenstarre wegen muss ich auf Prüfung der passiven Beweglichkeit verzichten.

Die makroskopische und mikroskopische Untersuchung ergiebt ganz analoge Veränderungen wie in den anderen Fällen, die ich geschildert habe, natürlich

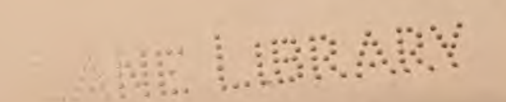
mutatis mutandis. Da, wo vorn Contact nicht stattgefunden hatte, ist makroskopisch Trübung und mikroskopisch Bindegewebe. Sowohl am calcaneus und talus, als auch an der tibia finde ich diese Veränderungen. An ihr ist besonders verändert die kleine vorn gelegene Facette, die nur bei starker Flexion gegen den talus gedrückt wird. Diese Facette zeigt Fig. $9d_1$. Die Figur stellt eine normale tibia von unten betrachtet dar, und entspricht der schattirte Fleck d_1 der erwähnten Facette. Hinten kann ich nur sehr unbedeutende Veränderungen an dem Knorpel finden, was wohl daher kommt, dass die Stellung eine sehr geringe Flexion war und von der vollständigen Extension nur um circa 25—30° abwich. Ausserdem wird bei Flexion hinten der talus theilweise von der Sehne des flexor digitorum communis gedeckt, so dass also auch dadurch Veränderung des Knorpels verhindert wird.

XVII. Graues Kaninchen, 6 Monate alt. Das rechte Kniegelenk wird eingegypst den 8. Dezember 1884; die Tödtung erfolgt den 14. April 1885, mithin hat der Verband 127 Tage gelegen.

Es beträgt die Beweglichkeit
des linken Kniegelenks 175° — 19° = 156°
„ rechten „ 184° —135° = 49° (—107°)

Wie in allen den letzten Fällen genügt die Muskelfortnahme im Kniegelenk nicht zur Herstellung normaler Beweglichkeit; vielmehr ist zu deren Erlangung Kapsel- und Bänderdurchschneidung nothwendig.

Am femur beobachte ich dieselben Formveränderungen, die schon mehrfach beschrieben sind; vorn Verbreiterung mit Bildung neuer Flächen. Die patella



ist auch bei diesem Thier nach innen luxirt und liegt gleichzeitig hoch oben. Hier befindet sich auch eine Grube im Oberschenkel oder vielmehr auf ihm, da die erhabenen Ränder neugebildet sind und durch sie die Grube gebildet wird, ganz wie in Fall IV. Die äussere Leiste, die die fossa patellaris begrenzt, ist, besonders oben, etwas niedriger als die entsprechende des femur sinistrum. Dies rührt, wie ich glaube, daher, dass die für die patella hier befindliche fossa patellaris überflüssig geworden ist, und zwar deshalb, weil die patella eine andere Lage erhalten hat. Es verschwindet nun allmählich die Grube dadurch dass die seitlichen Leisten flacher werden; ich habe in einem anderen Falle, der eine vollkommene Luxation der patella nach innen zeigte, bei 192 tägiger Immobilisation den obersten Theil der äusseren Leiste vollkommen vermisst. An ihrer Stelle fand sich hier das Niveau des femur vollkommen wie weiter oben und erst mehr nach unten war die Leiste und somit auch die Grube deutlich ausgeprägt.

Was die sonstigen Abweichungen betrifft, so sind dieselben den vorhergehenden Fällen sehr ähnlich; ich erwähne nur einige kleine Einsenkungen, die sich an der Oberfläche des condyl. int. tib. und condyl. ext. fem. finden und deren am Grund aus Bindegewebe besteht, unter dem sich Knorpel findet. Es hat hier Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe stattgefunden, wobei letzteres einen geringeren Raum in Anspruch nimmt als jenes.

Sonst sind die Veränderungen dieses Falles ähnlich dem zuletzt geschilderten.

Im Vorhergehenden habe ich die Folgen von Gelenkimmobilisation beschrieben. Alle Fälle sind dadurch ausgezeichnet, dass es sich um gesunde Extremitäten handelte. Kein decubitus, keine Fraktur oder dergleichen durfte, wenn reine Resultate erzielt werden sollten, das Experiment stören. Im Folgenden will ich an diese erste Versuchsreihe meine zweite anschliessen.

Diese umfasst nur solche Thiere, bei denen ich mit der Immobilisation eine Fractur eines bestimmten Knochens, meistens der tibia verband. Ich hatte die Absicht, bei diesen Fracturen mehrere Gruppen zu unterscheiden: 1. Fracturen in der Mitte des Knochens, 2. pararticuläre; ferner wollte ich von jeder dieser Abtheilungen noch zwei Unterabtheilungen machen: subcutane und complicirte Fracturen. Ich muss jedoch leider eine Gruppe vollständig ausschliessen, nämlich die pararticulären subcutanen Fracturen. Diese experimentell zu erzeugen, ist nicht leicht. Wenn man die Knochen mit den Händen zu brechen sucht, so erfolgt die Continuitätstrennung meistens in der Mitte oder in deren Nähe. Damit kam ich also nicht zum Ziele. Ich versuchte es sodann mit stumpfen Instrumenten. Legt man ein Stück Leinewand oder dergleichen an die Stelle, wo die Fractur erzeugt werden soll, so kann man mit einem kräftigen Schlage, den man gegen die betreffende Stelle führt, eine subcutane Fractur erzeugen. Hierbei entstehen freilich viele Splitterungen. Setzt man auf die Leinewand einen stumpfen Meissel und schlägt auf diesen, so gelingt es, an Stellen, wo der Knochen nicht durch viele Weichtheile von der

Haut getrennt ist, eine wenig oder gar nicht splitternde Fractur zu erzeugen, häufig ohne jede Hautwunde. Auf diese Weise hatte ich mehrere Male die Fractur nach Wunsch erhalten, d. h. subcutan und pararticulär, aber es trat unter dem Verbande tiefgehender decubitus an der Fracturstelle ein, so dass diese Fälle leider ausgeschlossen werden mussten. Bei den in der Mitte des Knochens erzeugten Fracturen kam diese Störung seltener vor. In der Mitte ist es natürlich leicht, wenigstens an der tibia, complicirte und nicht complicirte Fracturen zu erzeugen. Die pararticulären Fracturen, die ich unten beschreibe, waren complicirte. Ich erzeugte sie mit einem Knochenmeissel, wie er zur sogenannten subcutanen Osteotomie benutzt wird. Meistens verfuhr ich hierbei so, dass ich den Immobilisationsverband anlegte, nachdem ich die zur Fractur bestimmte Stelle durch einen herabhängenden Gazestreifen bezeichnet hatte. Sodann machte ich hier in den Verband ein Fenster und erzeugte daselbst mittelst des Meissels die Fractur. Das Fenster blieb offen. Bei allen diesen Fracturen ist es nöthig, sich vor Eindringen in das Gelenk zu hüten, da sonst der Versuch werthlos werden, und es sich um eine offene Gelenkwunde mit deren Folgen handeln würde. Auch dürfen etwaige Splitterungen nicht in das Gelenk reichen, da diese natürlich die Folgen wesentlich verändern können; es findet dann Bluterguss, Callusbildung im Gelenk statt, die für die spätere Functionsfähigkeit nicht gleichgültig sein kann.

Die Fälle, die zu dieser Reihe gehören, beschreibe ich nunmehr im Folgenden, und halte ich auch hier

die Reihenfolge ein, die sich aus der Immobilisationszeit ergiebt. Wo nicht etwas Anderes angegeben ist, wurde Knie- und Fussgelenk gleichzeitig immobilisirt, und zwar beide Gelenke in Extension.

I. Weisses Kaninchen, 1 Jahr alt. Es wird $1^1/_2$ cm über dem Fussgelenk eine offene fractura tibiae erzeugt, und zwar auf die beschriebene Art, nachdem der Immobilisationsverband angelegt war. Dies geschah den 20. Februar 1885; das Thier wird getödtet den 12. März 1885, mithin Dauer der Immobilisation 20 Tage.

Nach Abnahme des Verbandes, der die Fracturstelle während der Immobilisation frei liess, zeigt sich Folgendes: Die Hautwunde besteht noch, ja sie hat sich bedeutend vergrössert und reicht nach unten bis an die Fussgelenksgegend heran. Sie ist mit Eiter reichlich angefüllt. Die Knochenfragmente, an denen keine Spur von callus zu sehen ist, treten durch die Wunde hervor; sie sind gleichfalls mit Eiter bedeckt.

Die Untersuchung des Fussgelenks ergiebt eine schwere Entzündung desselben: Hyerämie der synovialis, zellenreicher Gelenkinhalt, theilweise Käsemassen. Obwohl ich eine Communication von Gelenkhöhle und äusserer Wunde nicht finden kann, so vermag ich einen derartigen Zusammenhang nicht mit Sicherheit auszuschliessen. Die Sache liegt in Bezug darauf folgendermassen: Wenn man eine Durchbruchsstelle der äusseren Wunde nach dem Gelenke konstatirt, so ist jeder Zweifel über Communication beseitigt. Ist es hingegen nicht der Fall, kann man ein Loch in der Kapsel nicht nachweisen, so bleibt es zweifelhaft, ob ein Durchbruch

stattgefunden hat. Es kann bei den Faltungen der Kapsel sehr wohl auch bei genauem Zusehen eine Oeffnung übersehen werden, zumal wenn sie klein ist, und wie hier eine eiternde tiefe Wunde die Inspection erschwert; ein flächenhaftes Ausbreiten der Kapselwand zur besseren Untersuchung ist aber bei den kleinen Gelenken nicht möglich. Wenn die Hautläsion klein und nicht tief ist, so ist eine Kapselverletzung mit ziemlicher Sicherheit auszuschliessen; wenn aber eine grosse Wunde, wie in diesem Falle, sehr tief ist, wenn sie mindestens bis an die Kapsel heranreicht, so bleibt die Sache zweifelhaft und ich halte es für besser, eine Lücke der Beobachtung zu constatiren, als aus einer zweifelhaften Beobachtung falsche Schlüsse zu ziehen.

Ich habe diesen Punkt hier deswegen erörtert, weil die Gelenkentzündung und die Verletzung zweifellos in einem Causalnexus stehen, dieser aber ein zweifacher sein kann: Entzündung des Gelenks durch Fortleitung des primären Entzündungsreizes ohne Perforation der Kapsel, oder Gelenkentzündung mit Perforation. Im letzteren Falle würde es sich einfach um eine in das Gelenk dringende Wunde handeln.

Die Knorpelflächen zeigen sich nach Abspülung der auf denselben liegenden Käsebröckel makroskopisch normal; auch unter dem Mikroskop vermag ich nichts Abnormes zu sehen.

Ebenso finde ich im Kniegelenk keine Abweichung, weder makroskopisch noch mikroskopisch.

II. Graues Kaninchen, 1 Jahr alt. Es wird eine subcutane fractura tibiae et fibulae etwas über der Mitte des linken Unterschenkels erzeugt und ein Im-

mobilisationsverband angelegt. Dies geschieht am 9. Dezember 1884. Die Tödtung des Thiers erfolgt den 31. Dezember 1884; Dauer der Immobilisation mithin 22 Tage.

Sowohl an der Fracturstelle als auch sonst zeigt sich die Haut nach Abnahme des Verbandes vollkommen intact.

Die Fragmente sind mit einander verwachsen, wenn auch noch nicht fest; dabei entstand Verkürzung des Unterschenkels um $1^1/_2$ cm.

Mit Ausnahme der durch Muskeln bedingten Beweglichkeitsbeschränkung bieten die Gelenke der linken Extremität keine Abweichung dar.

III. Schwarzes Kaninchen, 7 Monate alt. Durch Schlag mit einem Hammer wird eine fractura femoris sinistri erzeugt, ohne dass eine Verletzung der Haut dabei stattfindet. Das Thier erhält einen Gypsverband, der bis über die Fracturstelle hinausreicht. Dies geschieht den 20. Dezember 1884. Es gelingt nicht, das Hüftgelenk gleichzeitig mit Knie- und Fussgelenk zu immobilisiren, was der Heilung der Fractur wegen vortheilhaft wäre. Es ist hierzu ein Rumpfgürtel nöthig, der nicht fest liegen bleibt. Das Thier wird getödtet den 16. Januar 1885; die Immobilisationsdauer beträgt mithin 27 Tage.

Die Haut ist nach Abnahme des Verbandes vollkommen intact.

Die Fraktur ist nicht geheilt, die Fragmente stark ad longitudinem dislocirt.

In Folge der Verschiebbarkeit der Fragmente wird die Beweglichkeit des Kniegelenks nicht festgestellt.

Es beträgt die Excursionsweite:

des rechten Fussgelenks 180° —17° = 163°

„ linken „ 180° —81° = 99° (—64°)

Nach Muskeldurchschneidung wird die Beweglichkeit normal.

Weder im linken Kniegelenk noch im Fussgelenk zeigen sich entzündliche Erscheinungen. Auch sonst vermag ich irgend etwas Abnormes in den Gelenken nicht zu constatiren.

IV. Gelbes Kaninchen, 1 Jahr alt. Es wird an der linken Hinterpfote eine fractura tibiae et fibulae etwa $2^1/_2$ cm unter dem Kniegelenk den 8. Dezember 1884 erzeugt und ein Immobilisationsverband angelegt. An der Fracturstelle entsteht bei der Trennung eine kleine Verletzung der Haut. Den 5. Januar 1885 finde ich das Thier todt; Immobilisationsdauer mithin 28 Tage.

Die Hautverletzung ist, wie sich nach Abnahme des Verbandes herausstellt, nicht geheilt. Sie hat sich nach der Seite und nach der Tiefe ausgedehnt und findet sich hier jauchiger Eiter. Die Fractur selbst ist gar nicht geheilt. Ausser starker Hyperämie im linken Kniegelenk, sowie leichter im linken Fussgelenk finde ich nichts Abnormes. Gelenkentzündung ist sicher nicht vorhanden; Hyperämie allein genügt nicht dazu, eine solche anzunehmen.

Auch mit dem Mikroskop kann ich keine Abweichung, weder im Knie- noch im Fussgelenk, feststellen.

V. Schwarzes Kaninchen, 3 Monate alt. Es wird mit dem Meissel eine complicirte fractura tibiae sinistrae nahe dem Kniegelenk erzeugt und die Extremität mit einem Gypsverbande versehen. Dies

geschieht den 15. April 1885. Tödtung des Thiers erfolgt den 14. Mai 1885, also 29 Tage nach Erzeugung der Fractur. Die Hautwunde ist mit Eiter bedeckt, das untere Knochenfragment tritt hier durch die Haut hervor. Es ist keine Spur von callus vorhanden; beide Fragmente sind mit Eiter bedeckt.

Im linken Kniegelenk ist Hyperämie der synovialis und leichte Schwellung derselben vorhanden. Communication von Wunde und Kniegelenkshöhle kann ich nicht feststellen. Im Fussgelenk nichts Abnormes; ich müsste denn eine geringe Hyperämie, die indessen kaum erwähnenswerth ist, hier anführen.

Der Knorpel zeigt nicht die geringsten makroskopischen oder mikroskopischen Veränderungen an den Contactstellen; wohl aber sehe ich kleine Trübungen entfernt von diesen und ihnen entsprechend mikroskopisch Bindegewebe über hyalinem Knorpel.

VI. Graues Kaninchen, 3 Monate alt. Die rechte Hinterpfote wird, nachdem etwa in der Mitte eine offene fractura tibiae erzeugt ist, immobilisirt. Dies geschah den 3. November 1884. Das Thier wird todt gefunden den 19. Dezember, d. h 46 Tage nach Beginn der Immobilisation.

Die Hautwunde ist mit einem Schorf bedeckt und fast geheilt. Die Fragmente sind ziemlich fest mit einander verbunden; geringe Verkürzung. In den Gelenken ist keine Spur von Entzündung, die synovialis durchaus normal. Der Knorpel zeigt an den Stellen, die permanent in Contact gewesen sind, absolut keine Veränderungen, während sich ausserhalb dieser Bezirke einige trübe Flecke

zeigen, an denen sich mikroskopisch Bindegewebe nachweisen lässt.

VII. Graues Kaninchen, 4 Monate alt. Die linke Hinterpfote wird, nachdem an der Grenze des unteren und mittleren Drittels der tibia eine Fractur ohne jede Hautwunde erzeugt ist, immobilisirt den 5. November 1884. Das Thier finde ich todt den 21. Dezember, mithin beträgt die Dauer der Immobilisation 46 Tage.

Die Fractur ist mit Verkürzung des Unterschenkels geheilt, die Haut vollkommen unversehrt. Weder im Kniegelenk noch im Fussgelenk kann ich eine Abweichung finden.

VIII. Weisses Kaninchen, 5 Monate alt. Es wird eine fractura tibiae sinistrae unmittelbar über dem Fussgelenk erzeugt, nachdem in der oben geschilderten Weise ein Gypsverband mit ausgeschnittenem Fenster angelegt worden ist. Das am 21. März 1885 so behandelte Thier wird am 9. Mai getödtet, d. h. nach 49 Tagen.

Die mit der Fractur gleichzeitig erzeugte Wunde ist nicht geheilt und mit Käsemassen und Eiter angefüllt. Von ihr geht eine starke Phlegmone nach oben und unten, besonders aber nach ersterer Richtung; hier hat sie auch theilweise zu gangranöser Ablösung der Haut geführt. Einen Durchbruch der Wunde nach dem Fussgelenk finde ich nicht. Die Fragmente sind mit Eiter bedeckt und zeigen keine Spur von callus oder Verwachsung.

Im Fussgelenk ist die synovialis stark hyperämisch, der Inhalt des Gelenks ist etwas vermehrt

und von leicht röthlicher Farbe. Contactstellen durchaus normal.

Im Kniegelenk finde ich keine entzündlichen Erscheinungen. Der Knorpel zeigt an den ausser Contact gewesenen Stellen gleiche Veränderungen wie bei dem Falle VI. dieser Versuchsreihe.

Im Folgenden führe ich drei weitere Fälle von complicirten parartikulären Frakturen an, die aber dadurch einen Theil ihres Werthes verlieren, dass die Hautwunde sich direct bis in das Fussgelenk verfolgen lässt. Immerhin ist der Befund im Kniegelenke von Interesse.

IX. Weisses Kaninchen, 5 Monate alt (aus einem Wurf mit dem vorhergehenden). Es wird über dem Fussgelenk eine complicirte Fractur der tibia sinistra erzeugt den 20. März 1885. Das Thier wird todt gefunden den 16. Mai, also 57 Tage nach Anlegung des Verbandes.

Die Wunde dehnt sich, wie sich nach Abnahme des Verbandes zeigt, nach unten aus und steht direct mit dem Fussgelenk in Verbindung.

Heilung der Fractur ist nicht eingetreten.

Im Kniegelenk finden sich Veränderungen vor, die aber nichts mit Entzündung zu thun haben und die den bei Reihe I geschilderten, durch einfache Immobilisation erzeugten, ganz gleich sind.

So findet sich die bei Fall IV der Reihe I genauer beschriebene Formveränderung am vorderen Ende der condyli femori in Verbindung mit der Verbreiterung vor.

Es beträgt vorn die Breite des
femur dextrum 12,0 mm
femur sinistrum 14,0 „

Ferner hat sich die patella über der Grenze des hyalinen Knorpels eine neue tiefe Grube gebildet, die von zwei hohen Seitenleisten begrenzt ist.

Es zeigt sich an der eigentlichen fossa patellaris sowie an den anderen ausser Berührung gewesenen Knorpelabschnitten Trübung. Im Gegensatz hierzu sind die in gegenseitigem Contact gewesenen Theile der condyli femoris und tibiae normal glänzend und auch bei mikroskopischer Betrachtung ohne Abweichung. Die für das blosse Auge trübe erscheinenden Stellen zeigen an der Oberfläche Bindegewebe, darunter hyalinen Knorpel, bald scharf, bald weniger scharf von jenem getrennt, bald in festem Zusammenhange mit ihm.

X. Graues Kaninchen, 6 Monate alt. Hier wird eine offene Fractur der tibia dextra über dem Fussgelenk erzeugt und die Extremität mit einem Gypsverbande versehen, und zwar am 12. Dezember 1884. Das Thier wird getödtet den 9 Februar 1885. Dauer der Immobilisation 59 Tage, mithin 2 Tage länger als bei dem vorigen Falle.

Fractur nicht geheilt. Die Wunde ist in das Fussgelenk perforirt.

Der Befund im Kniegelenk ist sehr ähnlich dem im vorigen Falle; doch ist die Trübung in der fossa patellaris geringer und nur auf die seitlichen Ränder beschränkt, während bei jenem vorzugsweise die Mitte verändert ist.

Das femur dextrum ist vorn verbreitert, und zwar beträgt die Breite des

femur sinistrum 12,5 mm,
femur dextrum 14,5 „

Die neugebildeten Flächen sind auch hier vorhanden, sehr deutlich die am condylus internus. Das Mikroskop weist den makroskopischen Trübungen entsprechend Bindegewebe nach.

Contactstellen des Knorpels vollständig normal.

XI. Graues Kaninchen, 4 Monate alt. Es wird, wie in den beiden vorigen Fällen, eine complicirte Fractur der tibia sinistra erzeugt, und zwar an der Grenze des mittleren und unteren Drittheils. Die Extremität wird immobilisirt. Dies geschieht den 16. Februar 1885. Das Thier wird todt gefunden den 6. Mai; mithin Immobilisationsdauer 79 Tage.

Die Hautwunde hat sich, besonders nach unten, wo sie bis an das Gelenk reicht und zur Perforation der Kapsel führte, vergrössert; auch nach oben setzt sich die Eiterung der Haut fort.

Die Fractur ist nicht geheilt und zeigt auch keinen callus; hingegen finde ich in der Wunde und am Knochen einige nekrotische Knochentheile.

Die Veränderungen im Kniegelenk, in dem ich Hyperämie der synovialis und leichte Vermehrung und röthliche Färbung des Inhalts constatire, entsprechen, abgesehen davon, denen der ersten Versuchsreihe. Trübung und Bindegewebe über hyalinem Knorpel an Stellen, die ausser Contact gewesen sind, normaler Knorpel an den in Berührung gewesenen Abschnitten.

Erwähnen will ich noch, dass der Knorpel der tibia sich an einzelnen Stellen auffallend leicht von dem Knochen ablöst; besonders ist dies hinten der Fall.

XII. Weisses Kaninchen, 6 Monate alt. Nach Erzeugung einer complicirten fractura tibiae sinistrae, etwa in der Mitte des Knochens, wird die linke Hinterpfote immobilisirt den 4. November 1884. Das Thier wird getödtet den 23. Januar 1885, d. h. nach 80 Tagen. Die Fractur ist mit starker Dislocation ad longitudinem geheilt. Der Knochen ist an der Fracturstelle fest mit der Haut verwachsen und liegt frei zu Tage, da die Hautwunde noch besteht. Die Messung der Excursionsweite, die hier in Folge der Heilung der Fractur ausgeführt werden kann, ergiebt:

Rechtes Kniegelenk 180° — 19° = 161°
Linkes „ 190° —133° = 57° (—104°)
Rechtes Fussgelenk 180° — 19° = 161°
Linkes „ 180° —155° = 25° (—136°)

Im Knie- und Fussgelenk tritt erst nach Durchschneidung der vorderen resp. hinteren Kapselwand normale Excursionsweite ein,

Was die Gelenke selbst betrifft, so finde ich weder im Knie- noch im Fussgelenk entzündliche Erscheinungen; ich finde weder im Knie- noch im Fussgelenk auch nur die geringste Veränderung des Knorpels an den in Contact gewesenen Stellen. Wohl aber zeigen sich die ausser Berührung gewesenen Stellen hochgradig verändert, sie erscheinen dem Auge trübe und glanzlos. Dies zeigt sich ganz gleichmässig im Kniegelenk wie im Fussgelenk.

Im Kniegelenk findet sich ausserdem an dem femur

die beschriebene Formveränderung, verbunden mit Verbreiterung, vor. Es beträgt die Breite am vorderen Ende der condylen:

am rechten femur 10 mm
am linken femur 12 „

Die patella hat sich auch hier hoch oben eine neue Grube gebildet.

Endlich erwähne ich noch einen kleinen, nicht tief gehenden, etwa hirsekorngrossen Defect, den ich am condylus internus tibiae mitten in dem getrübten Abschnitt des Knorpels finde und dessen Grund rauh und glanzlos ist. Er liegt ziemlich weit hinten und aussen, berührt aber nicht ganz den Rand.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt an den trüben Stellen Bindegewebe; stellenweise ist es ganz locker auf dem normalen Knorpel aufgelagert, an anderen fest und in einer zackigen Linie mit ihm verbunden, ähnlich wie es Fig. 1 Taf. III. bei *a a* zeigt.

Der Grund des oben erwähnten Defektes am condylus internus tibiae enthält gleichfalls Bindegewebe, unter diesem aber noch hyalinen Knorpel.

XIII. Grauweiss geflecktes Kaninchen, ein Jahr alt. Es wird eine subcutane fractura tibiae sinistrae an der Grenze des unteren und mittleren Drittels erzeugt und unmittelbar darauf ein Immobilisationsverband angelegt am 12. Dezember 1884. Das Thier wirft nach einigen Wochen Junge. Es scheint in den letzten Tagen vor der Tödtung sehr krank, dieselbe erfolgt mit Chloroform am 24. März 1885, d. h. 103 Tage nach Anlegung des Verbandes.

Nach Abnahme des Verbandes, der vollkommen unversehrt ist und ohne Unterbrechung gelegen hat, finde ich, dass die Fragmente zwar unbeweglich gegen einander sind, dass aber starke winklige Dislocation vorhanden ist. Die Spitze des Winkels ist nach hinten gerichtet. Es befindet sich hier eine bis an den Knochen reichende Wunde, die oberflächlich mit einem Schorf bedeckt, in der Tiefe aber mit Eiter und Käsemassen angefüllt ist, die sich bis an das untere Fragment verfolgen lassen, das fest mit der Haut verwachsen ist. Ausserdem ist an den Zehenspitzen decubitus vorhanden.

Sonst finde ich keine Abweichung der Haut.

Die Beweglichkeit beträgt:

am rechten Kniegelenk 177° — 21° = 156°

„ linken „ 185° —105° = 80° (—76°)

Die Beweglichkeit nimmt nach Muskelfortnahme zu und wird normal nach Durchschneidung der Kapsel und der Bänder.

Der Befund im Fussgelenk ist wesentlich anders als bisher. Es lässt sich nämlich der Fuss im Fussgelenk gegen den Unterschenkel gar nicht beugen; in den Fusswurzel- und Zehengelenken finde ich jedoch normale Beweglichkeit. Der calcaneus, dessen langes hinteres Ende deutlich unter der Haut hervorragt und zu fühlen ist, lässt sich gegen den Unterschenkel nicht bewegen. Dies legt die Vermuthung einer wahren Anchylose nahe, um so mehr, als auch Muskeldurchschneidung eine Veränderung dieses Zustandes nicht herbeiführt. Bei dem Versuch, die Gelenkhöhle zu öffnen, finde ich eine solche überhaupt

nicht; calcaneus und talus sind vom Unterschenkel nicht abzugrenzen. Ich mache einige in sagittaler Richtung verlaufende Sägeschnitte. Stellenweise zeigt sich eine kleine Spalte, die der Grenze der Knochen entspricht; an vielen Stellen kann ich aber eine solche Spalte nicht finden, und eine weissgraue Linie ist an deren Stelle vorhanden.

Es handelt sich hier also um eine Anchylose. Ich nahm nach Entkalkung der Knochen die mikroskopische Untersuchung vor. Auch hier findet sich stellenweise ein kleiner gerader Spalt zwischen den Knochen; stellenweise fehlt derselbe. Die Zwischenmasse, die die Verbindung herstellt, ist Bindegewebe. In grosser Ausdehnung gehen jedoch die Knochen direct in einander über. Knorpel finde ich nur in sehr geringen Resten vor.

Ganz anders liegt die Sache im Kniegelenk. Wenn ich von einer nur schwer festzustellenden geringen Secretvermehrung, sowie leichter Hyperämie absehe, so kann ich makroskopisch nur dieselbe Art von Veränderungen nachweisen, die ich bei Reihe I constatirt habe. In grosser Ausdehnung zeigen sich die ausser Contact gewesenen Knorpelabschnitte trübe und glanzlos; besonders intensiv ist dies in der fossa patellaris der Fall, und hier zeigt sich wieder im unteren Theile ungefähr in der Mitte eine Stelle von Linsengrösse, die sich durch die Stärke der Trübung vor allen anderen auszeichnet. Nach den Rändern zu sowie nach oben und unten nimmt die Trübung ab, so dass dieser am meisten getrübte Fleck nirgends den Rand erreicht.

Auch die beschriebenen Formveränderungen finde ich hier wieder. Die patella hat sich oben eine neue Grube gebildet, das femur sinistrum ist vorn an den condylen verbreitert.

Die Breite beträgt:

am femur dextrum 10,5 mm
„ „ sinistrum 12,5 „

Die mikroskopische Untersuchung giebt ebenfalls gleichartige Resultate wie in den bisher beschriebenen Fällen. Die Veränderungen sind sehr weit vorgeschritten.

In Fig. 3 Tafel II gebe ich das mikroskopische Bild, wie es der oben geschilderte, am stärksten getrübte Fleck in der fossa patellaris darbietet.

Man sieht hier die Zellen in lebhafter Proliferation begriffen; an einzelnen Stellen *aa* liegen sie sehr dicht zusammen, und schliessen hier einzelne Kapseln oft 15 und mehr Zellen ein. An anderen Stellen finden sich wieder weniger Zellen zusammengelagert. Die Zellen nehmen mehr oberflächlich eine spindelförmige Gestalt an; die Intercellularsubstanz an der Oberfläche ist stark faserig und man sieht, wie sie an einzelnen Stellen bogenförmig in die hyaline hineingreift. Auch den Uebergang der Knorpelzellen zu Bindegewebszellen bemerkt man vielfach; angedeutet ist dieser Vorgang bei *b* Fig. 3.

Fig. 1 der Tafel III zeigt ein Bild, wie ich es oben schon mehrfach geschildert habe. Es stammt von dem condylus externus tibiae des hier geschilderten Falles. Man sieht Zacken von Bindegewebe *a a* in den

Knorpel hineingreifen, und man kann hier eine scharfe Grenze beider Gewebe oft nicht erkennen.

Anders bei *b* in derselben Figur. Hier sieht man, dass das Bindegewebe ganz locker auf annähernd normalem Knorpel liegt; oder eigentlich liegt es nicht mehr auf ihm, sondern es hat sich schon abgelöst. Aehnlichen Bildern begegnete ich sehr oft und ich erkläre sie mir so, dass das Bindegewebe *b* nicht von dem darunter liegenden Knorpel *c*, sondern, wie hier, von benachbartem Bindegewebe abstammt, das sich aus Knorpel entwickelt hat. Denkbar ist auch, dass das Bindegewebe *b* eine andere Quelle, z. B. synovalis hat und erst nachträglich sich mit dem Theile *a* verbunden hat; dies mag wohl auch manchmal der Fall sein. Dass die synovialis aber die ausschliessliche Quelle des locker aufliegenden Bindegewebes ist, wie es z. B. *b* in dieser Figur zeigt, glaube ich nicht.

XIV. Graues Kaninchen, 3 Monate alt. Es wird an der linken Hinterpfote eine fractura tibiae erzeugt und ein Immobilisationsverband angelegt, der Knie- und Fussgelenk fixirt. Dies geschieht den 1. November 1884. Da ich an einigen in dieser Zeit untersuchten Thieren den malleoli entsprechend decubitus vorfand, so nahm ich schon nach 3 Wochen, den 22. November, den unteren Theil des Verbandes ab, so dass dieser nur noch das Kniegelenk immobilisirte. Es findet bis zur Tödtung des Thieres, die am 12. Mai 1885 erfolgte, nicht ein einziger Wechsel des Verbandes statt. Der letztere findet sich vollkommen intact, er hat 192 Tage gelegen.

Die Fractur ist vollkommen geheilt, mit (wie sich später bei Herausnahme der tibia heraustellt) geringer Verkürzung der letzteren.

Es beträgt die Beweglichkeit:

des rechten Kniegelenks 172° — 18° = 154°
" linken " 175° —136° = 39° (−115°)

Es ist Durchschneidung der ganzen vorderen Kapselwand nöthig, ehe es gelingt, vollkommen normale Beweglichkeit zu erhalten.

Im linken Kniegelenk findet sich nur wenig Flüssigkeit; die synovialis zeigt nichts Abnormes.

Die grössten Veränderungen zeigt die fossa patellaris.

Fig. 7 B Tafel I zeigt den Knochen von vorn, bei *a* die Grube, in der während der Immobilisation die patella gelegen hat; sie ist nach oben bei *b* durch eine horizontale Leiste begrenzt, auch nach beiden Seiten, besonders nach innen, sind die Begrenzungsleisten deutlich ausgeprägt. Unmittelbar unter dieser 5 mm langen Grube *a* findet sich ein Defect des Knorpels *e*. Er reicht noch nicht bis zur Mitte der fossa patellaris, überschreitet aber nach innen die eigentliche Kniescheibengrube und hat besonders auch die innere Leiste ergriffen. Dieser Defect ist nach oben gegen die beschriebene Grube *a* scharf abgegrenzt, geht jedoch nach den anderen Richtungen zu allmählich in das Niveau der Umgegend über.

Ungefähr 4—5 mm unter dieser Lücke findet sich eine andere, viel grössere und tiefere *f*, die bis in das Knochengewebe hineinreicht; diese letztere erstreckt sich bis fast an die äussere Leiste der fossa patellaris

und besitzt verschiedene Ausläufer nach oben, wie an der Figur zu sehen ist. An seiner äusseren Grenze bei *i* ist dieser Defect ziemlich tiefgehend, ebenso wie ganz innen bei *f*, während er in der Mitte der Kniescheibengrube mehr oberflächlich ist. Seine obere Begrenzung *g* ragt stark über sein Niveau hervor; nach unten ist der Uebergang ein mehr allmählicher. Der Grund dieser beiden grossen Lücken ist rauh und von einem trüben grauweissen Gewebe gebildet. Die ganze fossa patellaris ist trübe und glanzlos.

Fig. 7 A auf Tafel I zeigt das Gelenkende des femur sinistrum von unten, Fig 6 das des femur dextrum des gleichen Thieres.

Die Buchstaben *f g i* zeigen die gleichen Stellen wie in 7 B; *f* den grossen Defect, *g* seine obere Begrenzung, *i* den mehr nach aussen gelegenen Defect, der in der Ansicht von vorn deutlich mit dem grossen *f* zusammenhängt, während dieser Zusammenhang von unten nicht so deutlich zu sehen ist.

Ich beobachte auch in diesem Falle eine Verbreiterung am vorderen Ende des femur; es beträgt in der Gegend von $m\ m_1$ (entsprechend der Sehne des extensor digitorum communis) die Breite

des rechten	Oberschenkels	13	mm
„ linken	„	15	„

Die Verbreiterung ist wie sonst mit einer Formveränderung des Knochens verbunden. Die unteren Flächen beider condyli femoris Fig. 7 A *c c*, die während der Immobilisation unmittelbar mit der tibia in Contact gewesen sind, gehen nicht unmittelbar in die seitlichen Begrenzungsflächen über; vielmehr ist ebenso, wie schon

öfter geschildert, an beiden condylen, besonders deutlich aber am äusseren, je eine Fläche eingeschaltet, in der nicht directer Contact der tibia und des femur stattgefunden, wo vielmehr die cartilagines semiculares gelegen haben; es entspricht in der Figur 7 A *d d* den eingeschalteten neugebildeten Flächen. Der condylus externus femoris erscheint von unten betrachtet an seiner Contactstelle *c c* etwas platt.

Ausser den Contactpunkten findet sich keine Stelle, die den normalen Knorpelglanz zeigt, sondern überall Trübung. Hingegen zeigen sich die Contactstellen von normalem glänzenden Knorpel bekleidet, besonders auch hinten an den condyli femoris die den ossa seramoïdea entsprechenden Stellen.

Ich erwähne noch einen etwa hanfkorngrossen Defect, den der condylus externus femoris hinten darbietet, etwas vor der Stelle, wo das Sesambeimchen gelegen ist.

Dementsprechend zeigt der mikroskopische Befund an den Stellen, wo makroskopisch Alles normal erscheint, unveränderten Knorpel, an den anderen nicht.

Fig. 2 und 3 auf Tafel III sind den veränderten Partieen des condylus internus tibiae entnommen. An der Grenze des normalen glänzenden Knorpels und der Trübung findet sich das Bild, das Fig. 2 wiedergiebt. Fast die ganze Grundsubstanz des Knorpels ist gestreift; die Streifen sind in der Tiefe senkrecht gegen die Oberfläche gerichtet und machen in deren Nähe einen Bogen, um sich parallel der Oberfläche zu lagern, wie dies bei *a* zu sehen ist. Etwas weiter von hier entfernt bildet

diese streifige Substanz an der Oberfläche eine besondere Lage, die an Stärke mehr und mehr zunimmt, wie bei *b*. In ihr finden sich, wie in der Abbildung zu sehen, Spindelzellen vor. Es ist also hier wahres Bindegewebe vorhanden, das organisch mit dem Knorpel zusammenhängt. Geht man von einer solchen hier beschriebenen Stelle noch weiter, so gelangt man, während das Bindegewebe zunimmt, zu einem Bilde, wie es Fig. 3 Tafel III wiedergiebt. Man sieht hier an der Oberfläche Bindegewebe mit Spindelzellen wie in Fig. 2 bei *b*. Hinzu kommen aber noch Gefässe, denen man, wenn auch in nicht grosser Zahl, mehrfach begegnet. Die Figur 3 zeigt ein solches bei *b*. Unter dem Bindegewebe findet sich Knorpel. Nun trifft man aber an manchen Stellen unter diesem Knorpel *c* spongiösen Knochen *d*, darunter wieder Knorpel *e*. Unter diesem liegt nun wieder Knochen *f*. An anderer Stelle, wie dies z. B. bei *g* der Fall ist, liegt der Knochen direct unter dem Bindegewebe; hier fand sich früher Knorpel und unter ihm Knochen vor; Knorpelreste sind nicht mehr vorhanden.

An der entgegengesetzen Seite der Figur sieht man, dass die eingeschobene Knochenschicht schwindet und unter dem Bindegewebe Knorpel und nun in der Tiefe direkt die Knochenschicht *f* folgt, ohne dass der Knorpel durch Knochen in zwei Schichten getheilt wird.

Ich habe diese beiden Bilder, wie gesagt, dem condylus internus tibiae entnommen. Genau dasselbe ist auch an dem femur zu beobachten; besonders die Einschaltung von Knochengewebe mitten zwischen zwei Knorpellagen wiederholt sich vielfach in der fossa

patellaris. Die grossen beschriebenen Defecte enthalten am Grunde faserreiches Bindegewebe, das theilweise bis tief in den Knochen hinein reicht, so dass auch letzterer stellenweise geschwunden ist

Dieser Fall bietet also sehr bedeutende Veränderungen dar. Während der Knorpel sich an fast allen Stellen ausser den Contactpunkten in Bindegewebe umwandelt, während an einigen Stellen Knochen gleichfalls geschwunden ist, sieht man an einigen Stellen, wie Fig. 3 auf Tafel III zeigt, den Knochen zwischen noch erhaltene Knorpelabschnitte hineinwachsen Wenigstens kann ich eine andere Erklärung des hier gezeichneten und sich oft darbietenden Bildes nicht geben.

Die Contactstellen besitzen normalen hyalinen Knorpel.

Im Vorhergehenden habe ich die beiden ersten Versuchsreihen beschrieben.

Die erste Veränderung, die ich bei meinen Versuchsthieren auftreten sah, ist eine durch Muskelverkürzung bedingte Beweglichkeitsbeschränkung. Diese tritt schon sehr zeitig ein; ich sah sie, wie oben auseinandergesetzt, bereits nach 10tägiger Immobilisation. Später wird auch die Kapsel zum Hinderniss der freien Bewegung; ich sah dieses im Kniegelenk meistens etwas früher eintreten als im Fussgelenk Am Kniegelenk sind es die Fasern des ligamentum patellare inferius, die sich bei den in Extension immobilisirten Thieren bei

dem Versuch der Flexion straff spannen und sehr zeitig zum Bewegungshinderniss werden. Man muss dieses ligamentum als Verstärkungsband zur Kapsel rechnen, wenn sich seine Fasern auch ziemlich scharf von ihr abgrenzen lassen. Die mehr nach dem Gelenk zu gelegenen Partieen der Kapsel wirken erst später bei der Bewegungsbeschränkung mit.

Die nächste Veränderung ist das Auftreten von Bindegewebe an der Oberfläche des hyalinen Knorpels. Reyher und van Haren Noman bezeichnen als erste mikroskopische Abweichung das Auftreten epithelioider Zellen, die nach Jenem zum Theil, nach Diesem ausschliesslich von der synovialis abstammen sollen. Diese epithelioiden Zellen sollen auch stets an der Grenze gegen den normalen Knorpel die erste Abweichung sein. Ich machte meine mikroskopischen Untersuchungen ausschliesslich an entkalkten Präparaten, und kann ich eine besondere epithelioide Schicht bei ihnen nicht finden. Wohl sieht man — und ich habe dies auch schon oben erwähnt — zuweilen Zellen ohne viel Intercellularsubstanz an der Oberfläche des hyalinen Knorpels liegen; bei genauerem Zusehen findet man aber stets, dass die Zellen im Gewebe liegen, dass Intercellularsubstanz vorhanden ist und über die Zellen hervorragt, sodass also unmittelbar an der Oberfläche nicht die Zellen, sondern Intercellularsubstanz liegt. Ich halte diese Zellen lediglich für Uebergangsstufen der Knorpelzellen zu Bindegewebszellen; auch Reyher giebt Uebergänge von epithelioiden zu spindelförmigen Zellen zu Eine besondere Zellenart, glaube ich, ist in ihnen nicht zu sehen. Wohl ist die Trennung vom Knorpel

an einigen Stellen ziemlich scharf, an anderen aber sieht man Uebergänge. Bei vielen Praparaten vermisste ich diese Zellen vollständig.

Was das Bindegewebe betrifft. das sich auf dem Knorpel findet, so hat es verschiedene Quellen Ein Theil desselben stammt von der synovialis. ein anderer vom Knorpel, und zwar ist dieser letztere Theil ein sehr grosser. Man findet ausgedehnte Stellen, wo das vorhandene Bindegewebe in loco entstanden ist und wo es ganz entschieden nicht von der synovialis abstammt. Man sieht die deutlichsten Uebergänge von Knorpel zu Bindegewebe, wie ich sie oben mehrfach erörtert und auch in den beigegebenen Abbildungen dargestellt habe. Sehr deutlich sah ich das allmähliche Uebergehen des einen Gewebes in das andere an den wenigen Präparaten, die in $1/2$ procentiger Salpetersäure entkalkt waren. Da wo am frischen Knopel Trübung vorhanden war, vermochte ich nach der Entkalkung, in Folge der Aufhellung der Grundsubstanz unter dem Mikroskop oft kaum eine Grenze des Bindegewebes gegen den Knorpel zu erkennen. Ganz allmählich geht hier ein von Gewebe in das andere über. Diese Umwandlung Knorpel in Bindegewebe kann schon nach sehr kurzer Zeit eintreten. Ich nehme nicht, wie van Haren Noman, an, dass erst Ueberwachsen und erst später, nach etwa 4 Monaten, Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe erfolge. Ich glaube, dass in den meisten Fällen schon im zweiten Monat die Umwandlung eintritt Mitunter ist dies etwas früher, mitunter etwas später der Fall. Ich leugne nicht, dass auch Theile von Bindegewebe von der synovialis abstammen und einfach herüber-

gewachsen sind. Ganz sicher habe ich dies unter Anderem öfters an dem unteren Theile des Knorpels der patella beobachtet; nur kann ich hierin nicht die ausschliessliche oder die Hauptquelle des Bindegewebes finden.

Was das Herüberwachsen des Bindegewebes betrifft, das man stets da annehmen muss, wo kein Uebergang von Knorpel zu Bindegewebe, sondern scharfe Trennung beider Gewebe stattfindet, so kann dieses aber auch noch in anderer Weise, wie oben auseinandergesetzt ist, erfolgen, nämlich so, dass Knorpel an einzelnen Stellen in Bindegewebe übergeht und dass dieses nun über benachbarte intacte Stellen wuchert. — Siehe Tafel III. Fig. 1—. Ich habe oben bei der Wiedergabe der Versuche erwähnt, dass mitunter das mikroskopische Bild darauf hinweist.

Dass es constante Stellen des Knorpels giebt, die zuerst dieser Umwandlung in Bindegewebe anheimfallen, scheint mir wahrscheinlich; und zwar scheinen es solche Stellen zu sein, die unter normalen Verhältnissen zum Bindegewebstypus hinneigen. Merkwürdig ist es jedenfalls, dass gerade die oberflächliche Knorpellage sich zuerst verändert, gerade diejenige, die ja auch sonst in ihrem morphologischen Verhalten an das Bindegewebe erinnert: platte Zellen in mitunter leicht streifiger Grundsubstanz.

Nicht immer sind die am weitesten vom Contact entfernten Stellen die am meisten veränderten. In Fall 12 der Reihe II fand ich z. B. auf den condyl. int. tib. einen kleinen Defect, der nirgends den Rand

des Knorpels erreichte; es lag also hier die meist veränderte Stelle nicht an der am weitesten vom Contactpunkte entfernten Stelle. Aehnliches habe ich auch in anderen Fällen beobachtet. In Fall 14 derselben Versuchsreihe müsste, wenn die Stärke der Veränderung sich lediglich nach der Entfernung vom Contact richtete, der Raum zwischen den Defecten *e* und *f* — Fig. 7 B Tafel I — und der ganze äussere Theil der Grube mindestens ebenso verändert sein wie die Stellen *e* und *f*. Ebenso habe ich bei Fall 13 der Reihe II auseinandergesetzt, dass die stärkste Trübung, die in der fossa patellaris sich vorfand, und dementsprechend die stärkste mikroskopische Veränderung des Knorpels nirgends den Rand erreichte. Auch bei vielen anderen Fällen sah ich gerade in der fossa patellaris die Bindegewebsschicht am stärksten in der Mitte der Grube, am schwächsten an den Rändern.

Die Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe kann Vertiefungen der Oberfläche im Gefolge haben, indem das Bindegewebe einen kleineren Raum einnimmt als der Knorpel, der sein Muttergewebe ist. Es kommt schliesslich zu Lücken, die, wie ich in Fall 14 der Reihe II gezeigt habe, bis in den Knochen hineinreichen.

Gleichzeitig mit diesen Veränderungen haben bei meinen Versuchsthieren Gestaltveränderungen der Gelenktheile der Knochen stattgefunden, Veränderungen die ich im Wesentlichen als eine Anpassung an die dem Thier gegebene Stellung betrachte.

Die patella hat sich, wie ich gezeigt habe, eine neue fossa patellaris hergestellt, wenn sie während der

Immobilisation die eigentliche fossa patellaris verlassen hatte. Dass sie bei einfacher Extension des Kniegelenkes wirklich theilweise, ja fast ganz über der Knorpelgrenze steht, davon kann man sich leicht dadurch überzeugen, dass man kurz vor oder kurz nach der Tödtung eines normalen Kaninchens je eine gewöhnliche Nadel oder noch besser je eine Impfnadel unmittelbar über und unter der patella einsticht. Man kann so sehr leicht in dem Knorpel resp. Bindegewebe, das den Knochen überzieht, die Grenze der patella markiren. Die Herstellung der neuen Grube hat statt durch einen in dem hier liegenden Bindegewebe stattfindenden Wucherungsprocess; die sich erhebenden Ränder schliessen eine Grube ein, in deren Boden sich allmählich Knorpel bildet. Ich konnte hier sehr reichliche Knorpelzellen oft schon nach kurzer Immobilisationsdauer — etwa sechs Wochen — beobachten. Die patella, die in Folge ihrer grossen Verschiebbarkeit in der langen fossa patellaris, unter normalen Verhältnissen bei Extension nur sehr locker auf dem Knochen aufliegt, legt sich bei ihrer permanenten Lage hoch oben fester in die neugebildete Grube hinein.

Ich mache noch darauf aufmerksam, dass diese Formveränderung sehr schnell vor sich geht; in Fig. 3 Tafel I habe ich einen solchen Fall nach 28tägiger Immobilisationsdauer abgebildet. Schon nach 19 Tagen konnte ich in einem anderen Falle eine ähnliche Gestaltveränderung beobachten. Diesen Fall habe ich oben nicht beschrieben, weil an den Zehenspitzen decubitus eingetreten war, der aber doch wohl, wie ich annehme, ohne jeden weiteren Einfluss gewesen ist; ich

beobachtete nicht die geringste Spur von Entzündung im Gelenk.

Es zeigt aber der Oberschenkel noch andere Formveränderungen; ich habe ausführlich das Auftreten einer neuen Fläche zwischen der unteren Fläche des condylus und der Seitenfläche constatirt. Ich habe oben schon darauf hingewiesen, dass diese neuen Flächen, die aus Faserknorpel und Bindegewebe bestehen, den cartilagines semicirculares entsprechen, während die nach innen von ihnen gelegenen Abschnitte der condyli femoris unmittelbar mit der tibia in Contact gewesen sind. An diesem Abschnitt fand ich mitunter Abplattungen, während sonst die condyli hier stark gewölbt sind.

Das Auftreten der neuen Fläche beruht, wie ich annehme, auf Folgendem: Die cartilagines semicirculares sind, von oben betrachtet, stark concav; nur ganz vorn sind sie ziemlich plan. Nun sind die condyli tibiae leicht convex, sodass die Krümmung der condyli tibiae und der cartilag. semicirculares eine verschiedene ist. Dieser Verschiedenheit der Krümmung schliessen sich bei der dauernden Extensionsstellung die condyli femoris an, die unten stark gewölbt sind. Theilweise passt sich das femur den condyli tibiae, theilweise den cartilagines semicirculares an. Jene haben eine andere Krümmung als diese. Daher wird sich an jedem condylus femoris ausser der Seitenfläche eine Fläche für die cartilago semicircularis, eine andere für den condylus tibiae bilden.

Weshalb unter normalen Verhältnissen diese neuen Flächen nicht bestehen, dafür weiss ich nichts Anderes

anzuführen, als die nur selten vom Kaninchen ausgeführte Extensionsstellung des Kniegelenkes.

Im Anschluss hieran bespreche ich einen anderen Punkt.

Ich habe bei einer Anzahl von Fällen, die ich in Extension immobilisirte, besonders im Kniegelenk, leichte Grade von Hyperextension nach Abnahme des Verbandes beobachtet. Hierzu bemerke ich Folgendes:

Die Hyperextension wird im normalen Kniegelenk nicht durch Knochenvorsprünge, wie dies in vielen anderen Gelenken der Fall ist, verhindert, sondern durch Bandmassen, deren straffe Anspannung bei Extension die Hyperextension nicht zu Stande kommen lässt. Die permanente straffe Anspannung dürfte nun mitunter eine dauernde Verlängerung des Bandes zur Folge haben. Die letztere würde eine Hyperextension zu erklären im Stande sein.

Während die beschriebenen Formveränderungen auftreten, macht gleichzeitig die Umwandlung des Knorpels in Bindegewebe weitere Fortschritte.

Dies sind, soweit ich zu beobachten Gelegenheit hatte, die Veränderungen, welche bei dauernder Immobilisation eintreten; ich sah sie in gleicher Weise eintreten, ob es sich um Fracturen oder um gesunde Extremitäten handelte.

Alle Veränderungen werden, wie als selbstverständlich anzunehmen ist, wenn der Verband unversehrt liegen bleibt, mit der Zeit grösser. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es erhebliche individuelle Schwankungen giebt. Ich sah sehr oft, wenn ich zwei Thiere mit gleicher Immobilisationszeit verglich, bei

den kürzere Zeit immobilisirt gewesenen bedeutendere Veränderungen als bei dem anderen. In Reihe I bot Fall XV entschieden hochgradigere Abweichungen an den Gelenken dar als Fall XVII. Es sind dies individuelle Schwankungen, die nicht etwa abhängig sind von der Festigkeit des Verbandes; dieser wurde stets in gleicher Weise und wenn es nicht ausdrücklich erwähnt ist, mit annähernd gleicher Festigkeit angelegt. Ebenso wie die Stärke der Veränderungen der Gelenke individuellen Schwankungen unterworfen ist, ebenso sind auch bei demselben Thier nicht an allen Knochen die Veränderungen gleich stark ausgebildet. Bald ist die tibia mehr ergriffen als das femur, bald dieses mehr als jenes, meistens die fossa patellaris stärker als die condyli femoris, ein ander Mal sind die Veränderungen wieder annähernd gleich, etc. etc.

Noch grösser als bei den intraarticulären Veränderungen sind die Schwankungen bei der Extensionsbeschränkung, die durch Muskelverkürzung bewirkt ist. Auch hier kann man nicht immer an Thieren mit längerer Immobilisationszeit grössere Beweglichkeitsabnahme finden, als an anderen, die kürzere Zeit im Verband gelegen haben.

Alle diese Veränderungen sah ich an jungen und älteren Kaninchen eintreten. Bei jungen und kleinen Thieren scheinen die Veränderungen etwas schneller einzutreten als bei erwachsenen grossen, ohne dass aber irgend ein principieller Unterschied in der Art der Abweichungen zu constatiren wäre.

Niemals sah ich an einem gesunden Gelenk einer gesunden Extremität eine Ankylose entstehen. Bei

kann noch eine Anzahl Fälle hier anführen, die ich beobachtete, Fälle von langer Immobilisationsdauer, die beweisen, wie gering auch an nicht ganz gesunden Extremitäten die Neigung zur Anchylose ist. Ich habe sie oben übergehen müssen, weil es sich bei ihnen nicht um reine Fälle handelt.

So hatte ich einem Kaninchen das Fussgelenk in einem Winkel von 150° immobilisirt. Die Immobilisation erstreckte sich auf 185 Tage. Am Fussgelenk wurde bei der Section ein decubitus mit Perforation der Kapsel gefunden; im Anschluss daran Gelenkentzündung, Käsemassen in der Gelenkhöhle etc., aber keine Spur von Verwachsung der Gelenkflächen. Die gröbsten Veränderungen zeigte sogar auch hier der Knorpel an den Stellen, wo er nicht in Contact mit Knorpel gewesen war.

Bei einem anderen Kaninchen legte ich um die ganze Extremität einen Gypsverband, der 179 Tage liegen blieb. Auch hier kam es am Fussgelenk zum decubitus, der bis zu den Gefässen vordrang, diese ergriff und so zu Gangrän des Fusses führte. Die Haut am Kniegelenk war intact; im Kniegelenk keine Spur von Verwachsung der Gelenkflächen.

Endlich erwähne ich noch einen Hund, dem ich die Vorderpfote immobilisirte, der einzige Hund, den ich längere Zeit zu meinen Versuchen verwendete. Anfangs war die Pfote vollständig, bis über das unserem Ellenbogengelenk entsprechende Gelenk im Verbande. Da jedoch oben am Rande decubitus auftrat, wurde schliesslich nur das unserem Handgelenk entsprechende Gelenk, das sogenannte vordere Kniegelenk, sowie die Zehen-

gelenke festgestellt. Jenes wurde in leichter Flexion, diese in etwas stärkerer Flexion immobilisirt. Sehr häufig musste ich den Verband wechseln; bald war er durchweicht, bald heruntergerissen. Manchmal lag ein Verband mehrere Wochen, manchmal musste ich im Verlauf eines Tages zwei Verbände anlegen. Ich habe deshalb dieses Thier oben nicht erwähnt, weil es sich um eine gleichmässige Immobilisation bei ihm nicht handelte.

So blieb das Thier fast ein Jahr im Verbande, vom 28. Juni 1884 bis zum 14. Juni 1885. An diesem Tage tödtete ich das Thier, da es schwer krank schien, nachdem es also 351 Tage den Verband, wenn auch mit grosser Unregelmässigkeit getragen hatte. In dem vorderen Kniegelenk finden sich entsprechend seiner anatomischen Einrichtung und seiner Immobilisationsstellung sehr in die Augen fallende Veränderungen nicht vor; die wenigen bei dieser Stellung ausser Contact befindlichen Knorpeltheile sind zum Theil dem Sehnendruck ausgesetzt. Anders in den kleinen Zehengelenken. Hier sind einzelne grosse Knochenabschnitte theilweise mit dem darunter befindlichen Knochen vollständig geschwunden, theilweise durch Bindegewebe ersetzt. Ich beschreibe, weil ich die Immobilisation dieses Thieres für eine höchst ungleichmässige halte, die Veränderungen nicht genauer und erwähne nur noch, dass nirgends eine Anchylose zu finden war.

Ich erwähnte diese Fälle nur nebenbei, um zu zeigen, dass auch bei langer Immobilisation die Neigung zur Anchylosenbildung selbst dann nicht sehr

gross ist, wenn gewisse Complicationen, wie entzündliche Processe in der Umgebung, Gangrän, decubitus etc. hinzukommen.

Gelenkentzündungen, die nach Teissier und Menzel das Primäre sind und zur Anchylose führen, konnte ich in keinem Falle meiner ersten Versuchsreihe finden. Anders in der zweiten. Ich fand hier bei den offenen pararticulären Fracturen mehrfach ausgesprochene Gelenkentzündungen mit zuweilen recht schwerem Charakter; ich fand sie auch da, wo ich einen Durchbruch der Wunde nach dem Fussgelenk nicht constatiren konnte. Wenn ich nun auch oben bereits auseinandergesetzt habe, dass damit ein Durchbruch nicht ausgeschlossen ist, so glaube ich, auf Grund anderer sogleich zu erwähnender Beobachtungen doch den Schluss ziehen zu können, dass auch ohne Kapselperforation entzündliche Processe der Umgebung eine Entzündung des Gelenks zur Folge haben können. Es kann die Knocheneiterung, verbunden mit der eiternden Wunde, ohne Durchbruch dieser letzteren in das Gelenk auf mehrfache Weise zur Gelenkentzündung führen. Entweder pflanzt sich die Knochenentzündung im Knochen zum Gelenk fort, oder es findet unabhängig vom Knochen eine Fortleitung des Entzündungsreizes in den Weichtheilen statt. Hier würde einen bequemen Weg für die Fortleitung der Entzündung die Sehne des flexor digitorum darbieten, die in das Fussgelenk eindringt und die Kapsel desselben durchbricht.

Gleichviel wie die Fortleitung geschieht, ich glaube, dass auch ohne Durchbruch der Wunde eine Gelenkentzündung bei den pararticulären offenen Fracturen

zu Stande kommen kann. Ob nun eine Anchylose in Folge dessen entsteht, diese Frage will ich nicht ohne Weiteres beantworten. Das Einzige, was dafür spricht, ist die in Fall 13 der Reihe II eingetretene Anchylose, wo es sich um eine in der Nachbarschaft des Gelenks befindliche Fractur, die unter dem Verbande zu einer complicirten wurde, handelt. Eine andere Stütze habe ich für die Bejahung der Frage nicht; im Gegentheil kann ich Vieles, was dagegen spricht, anführen. Konnte ich doch in anderen Fällen mit gleicher Verletzung, selbst wenn Gelenkentzündung auftrat, an Contactstellen des Knorpels Veränderungen nicht nachweisen. Der erwähnte Fall ist zu vereinzelt, um daraufhin die oben aufgestellte Frage zu bejahen, ob die bei pararticulären offenen Fracturen auftretenden Gelenkentzündungen im weiteren Verlauf zur Anchylose führen, natürlich ohne dass eine Kapselperforation stattfindet. Wenn ich vorläufig auch eine andere Deutung des erwähnten Falles nicht geben kann, wenn ich auch eine andere Ursache für die Anchylose hier nicht finde, so kann ich eine solche höchstens für eine seltene Folge, aber durchaus nicht für den nothwendig eintretenden Ausgang halten.

Aehnlich wie bei den offenen pararticulären Fracturen, sah ich auch bei Fällen mit decubitus öfter entzündliche Erscheinungen in den Gelenken, und gerade hier finde ich eine Stütze für meine Annahme, dass auch durch Fortleitung ohne Durchbruch Entzündung im Gelenk erfolgen kann.

Ich fand z. B. in einem Falle nach zehnwöchentlicher Immobilisation einen tiefgehenden decubitus vorn

in der Gegend des Kniegelenks; die Haut war etwa in der Ausdehnung eines Fünfpfennigstücks ergriffen und hing mit dem unterliegenden Gewebe fest zusammen; einen Durchbruch in das Kniegelenk vermochte ich nicht zu constatiren. In diesem letzteren fanden sich Hyperämie, Secretvermehrung, Schwellung der synovialis, also entschieden Entzündungserscheinungen. Das Auffallende aber ist, dass auch das Fussgelenk entzündet war, obwohl ich hier die Haut durchaus normal vorfand; eine andere Erklärung als den obenbefindlichen decubitus finde ich für die Fussgelenkentzündung nicht.

Ich beobachtete eine ganze Anzahl anderer Fälle, in denen decubitus vorhanden war; dieser hatte bald zu einer Gelenkentzündung geführt, bald war keine Spur einer solchen vorhanden. Oft wieder sah ich nur Hyperämie im Gelenk, und zwar besonders stark auf der dem decubitus entsprechenden Stelle. War dieser z. B. in der Gegend der patella, so zeigten sich die an deren Rande befindlichen Theile der synovialis stark hyperämisch.

Bei einigen Thieren war es unter dem Verbande zu einer Gangrän des Fusses gekommen; sie war aber nicht durch zu festes Anlegen der Binden veranlasst, sondern durch decubitus in der Gegend des Fussgelenks, der bis zu den Hauptgefässen vordrang. Auch bei diesen Fällen fand ich im Kniegelenk keine Spur von Entzündung.

Auf Grund dieses abweichenden Verhaltens der Gelenke komme ich zu folgendem Schluss:

Decubitus an der Haut der Extremität und andere entzündliche Affektionen können zur Gelenkentzün-

dung Veranlassung geben, ohne dass ein Kapseldurchbruch erfolgt; es ist aber die Gelenkentzündung nicht die nothwendige Folge. Ob das Eine oder das Andere eintritt, mag mitunter von der Dauer und der Stärke der benachbarten Läsion abhängen; für viele Fälle jedoch kann ich eine befriedigende Erklärung nicht geben.

Dass da, wo die Entzündung auftritt, ihre Ursache nicht in der Immobilisation zu suchen ist, geht zur Genüge daraus hervor, dass in Reihe I nirgends eine entzündliche Erscheinung gefunden wurde. Ausserdem erwähne ich, dass ich bei einigen Thieren, die keinen Verband erhielten, bei benachbarten offenen Fracturen in den Gelenken zuweilen gleichfalls Entzündungen vorfand. Somit ist, wenn diese sich findet, nicht die Immobilisation, sondern das trauma die Ursache.

Dass die künstliche Immobilisation bei gesunder Extremität eine Anchylose nicht zur Folge hat, scheint einigermassen in Widerspruch zu stehen mit der oft beobachteten Thatsache, dass nicht functionirende Organe zu Grunde gehen. Indessen ist zu bedenken, dass erstens die Beziehungen der Function zu der Beschaffenheit von Organen durchaus nicht vollkommen aufgeklärt sind, dass sich auch viele nicht funktionirende Organe erhalten. Ich erwähne eine alltägliche Erscheinung, das Fortbestehen des uterus trotz Aufhörens seiner sexuellen Functionen. Es giebt noch viele andere Momente, ausser der Function, die auf die Organe von Einfluss sind. Ausserdem betone ich noch einmal, dass die künstliche Immobilisation keine absolute Bewegungsunfähig-

keit erzeugt, dass vielmehr die Bewegungen zwar eine viel geringere Ausdehnung erreichen als vorher, dass sie aber doch fortbestehen. Demgemäss tritt nun auch das Gelenk nur theilweise ausser Function, z. B. die hinteren Abschnitte der condyli femoris et tibiae bei Extensiou des Kniegelenks. Hier wird der Knorpel (mit Ausnahme kleiner Bezirke, z. B. der den ossa sesamoïdea entsprechenden) weder Druck noch Reibung erleiden. Hier wird er zu Grunde gehen oder vielmehr in Bindegewebe sich verwandeln. Vorn hingegen, wo der Knorpel sowohl Druck als auch geringe Reibung auszuhalten hat, wird er seiner Function gemäss auch fortbestehen. So sah ich hier nie Veränderungen eintreten. Makroskopisch und mikroskopisch behielt er seine normale Beschaffenheit.

Ich habe im Verlauf der Arbeit öfter die contingirenden Knorpeltheile den nicht contingirenden entgegengestellt. Es ist dies eigentlich nicht correct, da es scheint, als ob nicht der Contact, sondern der gegenseitige Druck und die Reibung das Entstehen und Bestehen von Knorpel bedingt. Ich will hier nicht wiederholen, was ich oben darüber schon gesagt und verweise aus diesem Grunde auf die S. 35 gegebene Auseinandersetzung über den Knorpel der fossa patellaris. Hier, sagte ich, liegt die patella mitunter an Stellen, wo der hyaline Knorpel fehlt, und ich gab als wahrscheinlichen Grund an, dass die patella bei Extension nur locker auf dem femur liegt, dass sie nicht fest gegen dasselbe gedrückt wird Ja ich halte es für nicht unwahrscheinlich, dass an der fossa patellaris der obere Theil des hyalinen Knorpels weniger der patella

dung Veranlassung [illegible] sein Dasein verdankt,
bruch erfolgt; es [illegible] des letzteren bei Flexion als
die nothwendige [illegible] bei Extension ist, der hier das
eintritt, mag mit hyalinem Knorpel veranlasst.
der benachbarten [illegible] die Ursache für das Vorhanden-
kann ich eine [illegible], so fragt es sich, wodurch der

Dass da[illegible] wird. Es giebt viele Momente, die
nicht in der [illegible], Luftdruck, Elasticität der Bänder,
Genüge dar[illegible] Muskeln, Muskelthätigkeit. Nur Eins
entzündlich [illegible]schliessen zu können, nämlich die active
erwähne i[illegible]igkeit, die, wie es scheint, höchstens eine
Verband [illegible] Rolle spielt.
in den [illegible] schliesse dies aus einer Anzahl von Fällen, bei
fand. [illegible] die Resection des nervus ischiadicus aus-
mobil[illegible] Thiere erhielten keinen Immobilisations-
[illegible] Der Knorpel blieb bei ihnen gut er-

[illegible] einem Kaninchen, dessen Nerv ich so durch-
[illegible] hatte, dass die für die Bewegung des Fuss-
[illegible] bestimmten Muskeln vollkommen functions-
[illegible] wurden, fand ich 5 Monate nach der Operation,
[illegible] dass eine Herstellung der Function erfolgt wäre,
[illegible]alen hyalinen Knorpel vor.

Nebenbei bemerke ich, dass ich bei diesen Nerven-
[illegible]chschneidungen öfter decubitus an der Dorsalfläche
des Fusses sah, und dass ich starke Entzündung des
Fussgelenks mehrfach beobachtete; ich betrachte sie
als eine Folge des decubitus.

Ich habe im Vorhergehenden die Folgen der künstlichen Immobilisation sowohl ganz gesunder Extremitäten als auch mit Fracturen versehener auseinandergesetzt. Naturgemäss liegt hier die Frage sehr nahe, ob die constatirten, mitunter recht erheblichen, Veränderungen wieder schwinden, wenn das äussere Hinderniss der Bewegung, der Immobilisationsverband, fortgenommen wird, oder ob die Störungen, sowohl die physiologischen als auch die anatomischen, dauernde sind. Beim lebenden Menschen wird es in den meisten Fällen nur schwer gelingen, über die anatomischen Verhältnisse im Gelenk sichere Kenntniss zu erhalten, während die physiologische Restitution leicht zu erkennen ist, die sich darin äussert, dass das Gelenk seine alte Excursionsfähigkeit bei aktiven Bewegungen erhält. Hierbei kann nun die Wiederherstellung des status quo ante auf zweierlei Weise vor sich gehen. Entweder handelt es sich um aktive, nur mit dem immobilisirt gewesenen Gliede ausgeführte Bewegungen, oder es kommen passive Bewegungen hinzu. Letztere werden wohl in praxi, wenn beim Menschen Hindernisse der Bewegung bestehen und nicht bald schwinden, ziemlich allgemein gemacht. Von einigen Seiten wird jedoch mit grosser Wärme die erstere Methode verfochten. Ich erwähne hier Verneuil, der mit gleicher Entschiedenheit wie für protrahirte künstliche Immobilisation für „mobilisation naturelle" eintritt.

Ich habe mich in meiner Arbeit darauf beschränken müssen, einige Fälle daraufhin zu prüfen, ob, resp. in welcher Zeit die durch die Immobilisation veranlassten Störungen, wenn das Bein von passiven Bewegungen verschont bleibt, sich ausgleichen; ich gebe zunächst die Fälle wieder.

I. Weisses Kaninchen, 1 Jahr alt. Die linke Hinterpfote wird den 27. Januar 1885 immobilisirt; der Verband wird abgenommen den 25. Februar und das Thier getödtet den 24. März. Mithin hat der Verband 29 Tage gelegen und das Thier nachher noch 27 Tage gelebt.

Nach Abnahme des Verbandes wird das Thier, damit es Gelegenheit zu freier Bewegung hat, in eine weite Kiste gesetzt, vielfach, oft Tage lang, auch ausserhalb dieser in dem Stall gelassen.

Die Messungen der passiven Beweglichkeit sind am lebenden Thier nicht mit der Sicherheit wie am todten vorzunehmen, da es nicht genau festzustellen ist, wie weit die Excursionsbeschränkung von unter dem Verbande entstandener Muskelverkürzung, wie weit von aktiver Muskelcontraktion abhängig ist. Ich erkläre mir auf diese Weise einige Schwankungen, die sich bei den Messungen zeigten. Die Thiere zur Untersuchung zu chloroformiren, ist — abgesehen von der Umständlichkeit — ein zweifelhafter Vortheil, da sie durch Chloroform sehr leicht sterben. Wenn auch ein genaues Resultat demgemäss nicht festzustellen ist, so gebe ich hier doch die entsprechenden Excursionsgrössen wieder, bei denen es weniger auf eine grosse Genauigkeit als auf die ungefähre Richtigkeit ankommt.

Es beträgt die Beweglichkeit kurz nach Abnahme des Verbandes:

Rechtes Kniegelenk 175° — 19° = 156°
Linkes „ 180° —104° = 76° (—80°)
Rechtes Fussgelenk 174° — 17° = 157°
Linkes „ 177° —106° = 71° (—86°)

Die Bewegung des Thiers, das sehr viel herumlief, geschah nach Abnahme des Verbandes so, dass das linke Bein nach vorn und aussen gerichtet, in fast ganz gestreckter Stellung passiv mitgeschleppt wurde. Bei der Bewegung betheiligte sich dasselbe, soweit ich erkennen konnte, aktiv fast gar nicht. Sehr häufig verfing sich das Thier mit dem Bein an Stuhlbeinen oder dergleichen, indem ein solches zwischen das linke Bein und den Körper gerieth.

Passive Bewegungen machte ich nicht, ausser bei den Messungen; ich vermied aber auch hierbei jede Zerrung. Bei Erreichung der äussersten Grenzen, d. h. der äussersten Extensions- resp. Flexionsstellung gab das Thier Zeichen lebhafter Schmerzempfindung zu erkennen.

Ich machte im Laufe der folgenden Tage noch eine Anzahl Messungen, deren Resultate folgende sind:

Am 4. März 1885. d. h. 7 Tage nach Abnahme des Verbandes:

Linkes Kniegelenk 173° —111° = 62°
„ Fussgelenk 176° — 110° = 66°

Es hat mithin bis zu diesem Tage eine Zunahme der Bewegungsfähigkeit nicht stattgefunden; die Messung ergiebt sogar eine Abnahme. Ob diese indessen die Folge weiterer anatomischer Veränderungen

ist, oder ob, — was ich für wahrscheinlich halte — die Contraction der Muskeln die Schuld trägt, lasse ich dahingestellt.

Am 24. März tödte ich das Thier und constatire kurz nach dem Tode:

Linkes Kniegelenk 180° — 118° = 62°

„ Fussgelenk 183° — 120° = 63°

Die verschiedenen Resultate zeigen einige kleine Schwankungen, die durch die erwähnte Fehlerquelle der Messung zu erklären sind. Jedenfalls ist das Resultat der Messungen, dass bei 21tägiger Immobilisation und 27tägigem freien Herumlaufen, das nach Abnahme des Verbandes durch äussere Verhältnisse nicht gestört war, eine Wiederherstellung der alten Beweglichkeit nicht stattgefunden hat. Der Beweglichkeitsdefect, den ich unmittelbar nach der Verbandabnahme constatirte, war ein sehr erheblicher.

Die weitere Untersuchung ergiebt am Fussgelenk eine erhebliche Zunahme der Excursionsfähigkeit nach Muskeldurchschneidung. Dieselbe Ausdehnung wie auf der rechten Seite erhält aber die Beweglichkeit erst nach Durchschneidung der Kapsel. Ebenso tritt im Kniegelenk erst nach Kapseldurchschneidung vollkommen normale Bewegungsfähigkeit ein.

Weiter findet sich im linken Knie sowie auch im Fussgelenk leichte Hyperämie der synovialis, in letzterem eine kaum nennenswerthe Secretvermehrung. Auch das perikapsuläre Gewebe ist hyperämisch.

An den Gelenkflächen erwähne ich eine Verbreiterung des femur am vorderen Ende der condyli sowie eine gleiche Formveränderung, wie sie oben in

einer Reihe von Fällen beschrieben ist; nämlich die Bildung der den cartilagines semicirculares entsprechenden Flächen, die zwischen der unteren und der seitlichen Fläche der condyli liegen. Die Breite des femur beträgt hier:

rechts 11,5 mm, links 13,0 mm.

Auch die Trübungen des Knorpels finden sich in grosser Ausdehnung, und zwar nur an den Stellen, die bei Extension ausser Contact gewesen sind. Nirgends sah ich an den während der Streckung einander berührenden Knorpelstellen auch nur die geringste Trübung oder sonstige Veränderung.

Zu erwähnen ist noch, dass der condyl. tib. int. hinten ausser der Trübung noch eine kleine Rauhigkeit zeigt.

Den mikroskopischen Befund kann ich in wenigen Worten beschreiben.

Bindegewebe, das sich bald locker über den Knorpel legt, bald fest mit ihm zusammenhängt, und, wie sich an den letztgenannten Stellen zeigt, aus ihm sich entwickelt; dies findet sich auch an der beschriebenen rauhen Stelle des condyl. int. tib., wo die Oberfläche des Bindegewebes sehr unregelmässig ist. Die condyli femoris, fossa patellaris etc., Alles zeigt diese Veränderungen.

Dieser Fall bietet also, von leicht entzündlichen Erscheinungen abgesehen, wenn ich das Ganze zusammenfasse, in den Gelenken gleichartige Veränderungen dar, wie ich sie in den Fällen der ersten Reihe

gefunden habe. Erhebliche Beweglichkeitsbeschränkung, die unter dem Verbande entstanden und nach Abnahme desselben fortbesteht.

Was die Veränderungen im Gelenk betrifft, so könnte es zweifelhaft sein, ob sie lediglich die Folge der künstlichen Immobilisation, die 4 Wochen gedauert hatte, sind, oder ob die Veränderungen, ganz oder theilweise nach Verbandabnahme eingetreten sind. Es würde sich dann um eine Art natürlicher Immobilisation handeln. Während diese sonst in Muskelcontraction (bei Fracturen etc.) besteht, wird sie hier durch Muskelverkürzung bewirkt. Diese hat sich unter dem Verbande ausgebildet und besteht nach dessen Abnahme fort, so dass sie — wenn auch in geringerem Grade als der Verband selbst — die Bewegungen der Extremität beschränkt.

Dass nur durch den Immobilisationsverband, der 29 Tage gelegen hat, die Veränderungen in den Gelenken bewirkt worden sind, nehme ich deshalb nicht an, weil sie zu erheblich sind, um in 4 Wochen aufzutreten. Das Bindegewebe zeigt sich in so grosser Ausdehnung, die Formveränderung der Gelenkenden tritt in diesem Falle so deutlich hervor, dass ich das ausschliessliche Entstehen dieser Abweichungen unter dem Verbande nicht annehme. Weshalb sollte auch eine Bewegungsbeschränkung, die durch Muskelverkürzung bedingt ist, andere Folgen haben als die durch den Verband hervorgerufene? Ebenso wie in diesem Falle treten in jenem gewisse Theile des Knorpels ausser Function. Und wenn auch die Bewegungen nach Verbandabnahme eine grössere Ausdehnung erreichen

ls während der künstlichen Immobilisation, so ist as nur ein quantitativer Unterschied.

Die leicht entzündlichen Erscheinungen im Gelenk, ie ich oben erwähnte, die Hyperämie der synovialis nd die unbedeutende Secretvermehrung sind eine Folge er geringen Zerrungen der synovialis, die nach Abahme des Verbandes auch durch geringen Gebrauch er Muskeln veranlasst werden; s. S. 7. Anm. [1]).

Ganz anders als in diesem verhält sich die Wiedererstellung der Beweglichkeit in folgenden beiden 'ällen:

II. Schwarzes Kaninchen, 6 Monate alt. Die inke Hinterpfote wird immobilisirt den 21. März 1885, ler Verband wird abgenommen den 19. Mai, d. h. nach 59 Tagen.

Auch hier nehme ich eine Anzahl Messungen der Beweglichkeit vor.

Kurz nach Abnahme des Verbandes:

Rechtes Kniegelenk 180° — 22° = 158°
Linkes „ 185° —143° = 42° (—116°)
Rechtes Fussgelenk 180° — 19° = 161°
Linkes „ 183° —121° = 62° (— 99°)

Nach 10 Tagen, den 29. Mai, beträgt die Be-lichkeit:

Linkes Kniegelenk 170° — 56° = 114°
„ Fussgelenk 173° —66° = 107°

n 9. Juni, also nach 21 Tagen:

Linkes Kniegelenk 176° —31° = 145°
„ Fussgelenk 166° —22° = 144°

t also hier die Flexion im Fussgelenk fast al; im Knieegelenk ist noch ein kleiner Defect

der Flexionsbewegung vorhanden. Dass die volle Extensionsstellung bei passiver Bewegung hinter der linken Seite Etwas zurückbleibt, halte ich für die Folge von Muskelcontraction.

Den 15. Juni, also 27 Tage nach Abnahme des Verbandes, ist normale Beweglichkeit in allen Gelenken und auch normaler Gang und Gebrauch der linken Hinterpfote zu constatiren.

Das Thier wird getödtet den 5. Juli 1885, d. h. 106 Tage nach Anlegung des Verbandes, der 59 Tage gelegen hat, 47 Tage nach Abnahme desselben, 20 Tage nach Herstellung vollkommen normaler Beweglichkeit.

Am Kniegelenk lässt sich auch hier eine leichte Verbreiterung constatiren, in Verbindung mit der öfter beschriebenen Formveränderung. Ausserdem finden sich stellenweise Trübungen; besonders in der fossa patellaris fallen sie auf, während die tibia fast ganz davon frei ist. Mikroskopisch findet sich dementsprechend Bindegewebe.

Auch bei dem folgenden Falle kann ich mich ebenso wie bei dem eben geschilderten kurz fassen.

III. Graues Kaninchen, 1 Jahr alt. Die rechte Hinterpfote wird immobilisirt den 16. Februar 1885. Der Verband wird entfernt den 15. Mai, mithin hat er 88 Tage gelegen.

Unmittelbar nach seiner Abnahme beträgt die passive Beweglichkeit:

am linken Kniegelenk 185° —19° = 166°
„ rechten „ 188° —92° = 96° (— 70°)
„ linken Fussgelenk 172° —16° = 156°
„ rechten „ 175° —78° = 97° (— 59°)

Den 21. Mai, also 6 Tage nach Verbandabnahme:

rechtes Kniegelenk 181° —85° = 96°
„ Fussgelenk 174° —71° = 103°

Den 29. Mai, also 14 Tage nach Entfernung des Verbandes:

rechtes Kniegelenk 182° —44° = 138°
„ Fussgelenk 179° —65° = 114°

Den 9. Juni, also 25 Tage nach Verbandabnahme, ist die Bewegung im rechten Knie- und Fussgelenk normal; das Thier bewegt die rechte Seite mit derselben Leichtigkeit wie die linke.

Die Tödtung des Thiers erfolgt am 5. Juli, d. h. 51 Tage nach Aufhören der künstlichen Immobilisation, 26 Tage nach Herstellung normaler Beweglichkeit.

Auch bei diesem Thier sehe ich Trübungen und ihnen entsprechend mikroskopische Bindegewebe. Diese Veränderungen sind weit ausgedehnter als in Fall II und betreffen ebenfalls wie dort nur solche Stellen des Knorpels, die während der Immobilisation ausser Druckwirkung gestanden haben.

Wesentlich anders verhält sich die Sache bei dem folgenden Falle.

IV. Graues Kaninchen, 6 Monate alt. Die rechte Hinterpfote des Thiers erhält einen Gypsverband den 27. Januar 1885. Der Verband wird abgenommen den 5. Mai, d. h. 98 Tage später.

Die Haut ist überall wie in den vorhergehenden Fällen durchaus intakt.

Kurz nach Abnahme des Verbandes ergiebt die Beweglichkeitsmessung:

linkes Kniegelenk 180° — 22° = 158°
rechtes „ 183° —128° = 55° (— 103°)
linkes Fussgelenk 176° — 18° = 158°
rechtes „ 177° —137° = 40° (— 118°)

Den 13 Mai, also 8 Tage später:

rechtes Kniegelenk 183° —118° = 65°
„ Fussgelenk 175° —118° = 57°

Den 29. Mai, also 24 Tage nach Abnahme des Verbandes:

rechtes Kniegelenk 180° —102° = 78°
„ Fussgelenk 171° —108° = 63°

Den 9. Juni, 35 Tage nach Abnahme des Verbandes.

rechtes Kniegelenk 175° — 69° = 106°
„ Fussgelenk 170° — 105° = 65°

Das Thier, dessen Beweglichkeit noch immer beschränkt ist, wird getödtet am 7. Juli 1885; mithin hat dasselbe, nachdem der Verband 98 Tage gelegen hat, noch 63 Tage gelebt; im Ganzen dauerte der Versuch 161 Tage.

Die unmittelbar nach dem Tode vorgenommene Beweglichkeitsuntersuchung ergiebt:

rechtes Kniegelenk 173° - 39° = 134°
„ Fussgelenk 169° —73° = 96°

Es ist mithin sowohl im Knie- als auch im Fussgelenk, besonders in letzterem, ein erheblicher Beweglichkeitsdefect vorhanden. Dieser bleibt beinahe unverändert in beiden Gelenken nach Fortnahme der Muskeln bestehen und schwindet vollkommen nach

Durchschneidung der vorderen, resp. am Fussgelenk der hinteren Kapselwand.

Die weitere Untersuchung ergiebt:

Sowohl am Knie- als auch am Fussgelenk findet sich erhebliche Hyperämie des perikapsulären Gewebes. Bei Eröffnung der Gelenke findet sich in ihnen eine bedeutende Vermehrung des Inhalts. Der Inhalt ist, besonders im Kniegelenk, leicht hämorrhagisch, im Uebrigen serös. Die synovialis ist stark hyperämisch und geschwollen; sie zeigt gelbbraun gefärbte Punkte, die, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, von Blutpigment herrühren. Diese Verhältnisse finden sich in gleicher Weise sowohl im Knie- wie auch im Fussgelenk, in letzterem weniger ausgeprägt als in jenem.

Ausser diesen Abweichungen sind weitere erhebliche Veränderungen vorhanden. Fig. 8 der Tafel I zeigt das femur dextrum dieses Thieres, Fig. 4 ein normales femur dextrum in der Ansicht von vorn.

Oben bei *b* zeigt die Fig. 8 eine Grube mit leicht erhabenen Rändern, die genau jener entspricht, die ich bei einer Reihe anderer oben geschilderter Fälle fand. Hier hat während der Immobilisation die patella gelegen. Unmittelbar darunter findet sich ein erheblicher Defect in der fossa patellaris bei *c*; derselbe geht tief hinein bis an den Knochen, er hat unregelmässigen grauweissen Grund und unregelmässige Ränder.

Ferner finden sich hier nach aussen von der fossa patellaris, da, wo der Knochen von synovialis bedeckt ist, mehrere knollige Erhebungen *aaa*, dazwischen Vertiefungen; ebenso sind zwei solcher Auswüchse innen von der Grube bei *dd*. Diese runden Höcker haben

eine derbe Consistenz und lassen sich etwas leichter als Knorpel schneiden. Ausserdem sind erhebliche Trübungen in der fossa patellaris zu sehen, an den condyli femoris und tibiae, immer aber an solchen Stellen, die bei Extension ausser Contact sind. Ferner ist an der patella der untere Theil des Knorpels von einer derben durchscheinenden Masse, die mit der geschwollenen und gewucherten synovialis direct in Zusammenhang steht, verdeckt.

Im Fussgelenk zeigen sich den letztgenannten ähnliche Veränderungen. Trübungen sind hier gleichfalls vorhanden. Auch hier finden sich am unteren Ende der tibia knollige Auswüchse. Fig. 9 Tafel I zeigt die normale linke tibia, Fig. 10 die veränderte rechte von unten. Die tibia artikulirt mittelst der äusseren Hälfte ihres Knorpels $a a_1$ mit dem calcaneus, mittelst der inneren $b b_1$ mit dem talus. Die hinteren Theile sind vorzugsweise bei Extension, die vorderen bei Flexion in Contact; von diesen letzteren gehen die Auswüchse aus, also von Stellen, die während der Immobilisation ausser Contact gewesen sind.

Die Wucherungen sind, wie auch die Figur zeigt sehr erheblich. Da sie makroskopisch sehr allmählich in den Knorpel übergehen, so sind sie nicht so deutlich darzustellen wie in Fig 8 am Kniegelenk. Doch sieht man bei *c c* die unregelmässige, höckerige Form der Auswüchse; sie sind durchscheinend und gleichfalls von derber Consistenz und innig mit dem Knorpel verwachsen. Das ganze untere Gelenkende erscheint daher verbreitert, und zwar nicht nur für das Auge, sondern auch für das Gefühl, da das gewucherte Gewebe

fast die Consistenz des Knorpels besitzt. Die Verbreiterung ist schon bei intacter Haut deutlich zu fühlen und lässt sich auch durch Messung feststellen. Es beträgt die Breite:

der tibia dextra 14 mm
„ „ sinistra $11^1/_2$ „

Besonders ist diese Verbreiterung durch die nach vorn und nach innen gehende Wucherung an dem dem talus entsprechenden inneren Abschnitt des Knochens *b* bedingt.

Der talus ist ebenso verändert, indem an seinem vordersten Theile, wo man sonst Knorpel sieht, dieser von einem derben gefässreichen Gewebe überlagert ist. Auch dies entspricht also dem Theil, der während der Extension ausser Contact gewesen ist.

Nachdem ich den makroskopischen Befund hiermit skizzirt habe, gehe ich zum mikroskopischen über.

Was den beschriebenen grossen Defect *c* betrifft, so fehlt hier der Knorpel ganz und an seiner Stelle findet sich stark faseriges Bindegewebe, das den Knochen bedeckt. Die Wucherungen *a a a* und *d d* bestehen gleichfalls aus einem sehr faserreichen Bindegewebe; Bindegewebe findet sich ferner auch sonst in grosser Ausdehnung auf dem Knorpel des femur und der tibia den trüben Stellen entsprechend. Die beschriebene derbe durchscheinende Masse auf dem unteren Theile der patella besteht aus Bindegewebe, das sich an der Oberfläche bis zur synovialis verfolgen lässt, in der Tiefe aber fest mit dem Knorpel zusammenhängt und, wie aus mannigfachen Uebergängen zu sehen ist, sich hier aus ihm entwickelt hat.

Ganz ebenso liegt die Sache am Fussgelenk. Der Knorpel ist vorn in grosser Ausdehnung von Bindegewebe bedeckt, und es zeigt sich bei mikroskopischer Betrachtung, dass dieses theilweise mit der synovialis in Zusammenhang steht, theilweise aber auch dem Knorpel selbst seine Entstehung verdankt.

Die erwähnten Auswüchse sowohl wie das sonst gefundene Bindegewebe sind bei ihrem Faserreichthum stellenweise sehr zellenreich; 20 bis 30 Zellen liegen oft eng bei einander.

Es fragt sich nun: Wie ist dieser Fall zu deuten, welche Erklärung findet sich für die schweren Ernährungsstörungen, die die Untersuchung hier ergeben hat? Dass es sich hier um einen erst nach Abnahme des Verbandes aufgetretenen Prozess handelt, ist sicher. 98 Tage war das Thier immobilisirt; nirgends habe ich in meinen zahlreichen Versuchen über Immobilisation etwas Aehnliches gesehen. Der starke Wucherungsvorgang, den ich gefunden, ist nur als schwere Entzündung aufzufassen. Im Verein mit all den anderen Erscheinungen, im Verein mit dem blutig-serösen Erguss, mit der Hyperämie der synovialis, mit der stellenweise erheblichen Zellenanhäufung im Bindegewebe, können die Wucherungen nur als Entzündungsproduct aufgefasst werden. Ob die einzige Ursache dieser nach der Verbandabnahme aufgetretenen Entzündung die Zerrung der geschrumpften synovialis ist, bleibe dahingestellt. Die Wucherungsprozesse an nicht verkürzten synovialis-Abschnitten könnte man als Product der fortgeleiteten Entzündung auffassen. Es scheinen mir jedoch die vorn am Fussgelenk be-

findlichen erheblichen Wucherungen auffallend; hinten konnte ich solche nicht finden. Und doch ist hier der hintere Theil der synovialis geschrumpft und demgemäss der Zerrung ausgesetzt. Freilich war dieser Theil auch entzündet, aber die schwersten pathologisch-anatomischen entzündlichen Veränderungen befanden sich vorn.

Es entspricht dies also den Punkten, wo sich während der Immobilisation die Veränderungen im Gelenk zeigten. Die Bindegewebsschicht, die sich während der Immobilisation auf dem Knorpel gebildet hat, kann sich offenbar bei der Entzündung sehr wesentlich betheiligen, wie sich aus dem geschilderten Falle ergiebt. Hier nahm im Fussgelenk das vorn auf der tibia befindliche Bindegewebe erheblich Antheil an der Wucherung.

Es fragt sich weiter: Wie entstand der Defect c in Fig I, Tafel 8? Ist er während der Immobilisation oder nach Aufhebung derselben entstanden?

Das erstere nehme ich nicht an, da der Defect sehr erheblich ist und das Thier nur 98 Tage immobilisirt war. Ich sah sonst nach solch kurzer Immobilisation einen so starken Defect nicht auftreten.

Ist er nun unter dem Einfluss der Entzündung entstanden oder unabhängig von dieser? Die Vermuthung liegt nahe, ihn als einen durch Druck herbeigeführten Schwund der Substanz zu betrachten. Die patella war, wie oben auseinandergesetzt, in ihrem unteren Theile von einem derben durchscheinenden Gewebe bekleidet. Es liesse sich sehr wohl denken, dass dasselbe durch seine Wucherung den Defect

herbeigeführt hat. Es würde sich alsdann um einen Knorpelschwund durch Druck handeln. Im Widerspruch damit, dass Knorpel durch Druck erhalten wird, stände diese Annahme nicht, da zur Erhaltung Druck durch Knorpel, ausnahmsweise durch etwas Anderes (z. B. Sehnen) nothwendig ist, nicht aber Druck durch jedes beliebige Gewebe.

Die erwähnte Wucherung an der patella entspricht bei Extensionsstellung dem Defekt c. Das Thier trug sein rechtes Bein auch nach Verbandabnahme meistens in nur geringer Flexion, so dass es sich hier wohl um einen Schwund durch Druck handeln kann. Der Defect betrifft jedenfalls den hyalinen Knorpel, da er sich an einer Stelle befindet, wo sonst hyaliner Knorpel vorhanden ist.

Eine andere Möglichkeit wäre die, dass — ähnlich wie in Fall I dieser Reihe — nach Abnahme des Verbandes eine natürliche Immobilisation durch Muskelverkürzung bestehen blieb und weitere degenerative Veränderungen hierbei an den Stellen entstanden, die von Knorpeldruck frei waren.

Das Blutpigment lässt sich aus dem Zerreissen von Blutgefässen, die während der Immobilisation ebenso wie die synovialis schrumpften, erklären.

Es stehen nicht mit einander in Einklang die Resultate, die die Beobachtung dieser 4 Fälle ergiebt, welche meine dritte Versuchsreihe bilden.

Was zunächst die functionelle Restitution, die Herstellung vollkommen normaler Beweglichkeit betrifft, so zeigt der erste Fall mit einer Immobilisationszeit von nur 4 Wochen innerhalb der nächsten 4 Wochen absolut keine Vermehrung der Excursionsfähigkeit, der zweite Fall mit 59tägiger Immobilisation, der dritte Fall mit 88tägiger zeigten nach 27 resp. 25 Tagen, was die Function betrifft, vollkommen den status quo ante. Der letzte Fall mit 98tägiger Immobilisation zeigte nach 63 Tagen nur theilweise Zunahme. Das Auffallendste ist, dass das Thier, welches die kürzeste Zeit immobilisirt war, gar keine, die anderen mit längerer Immobilisation vollständige resp. theilweise Herstellung zeigten. Passive Bewegungen machte ich nirgends

Eine vollkommene Aufklärung hierüber kann ich nicht geben. Nur möchte ich auf einige hier in Betracht kommende Punkte aufmerksam machen. Die erste Frage ist: Wie geschieht die Herstellung der Beweglichkeit? Zur Beantwortung dieser Frage mache ich eine kleine Abschweifung vom Thema.

Unter dem Verbande sind die functionellen Verhältnisse der Organe durchaus andere als vor Anlegung desselben, wo die Stellung der Glieder eine andere und deren Bewegung vollkommen frei war. In Folge dessen sind nun während der Immobilisation Veränderungen in den bewegenden Theilen aufgetreten. Muskeln, die weniger functioniren, erleiden die sogenannte

Inaktivitätsatrophie. Damit sind jedoch die Veränderungen derselben durchaus nicht erschöpft. Mindestens eben so schnell, als diese Inactivitätsatrophie eintritt, stellt sich etwas Anderes ein, die functionelle Anpassung. Gerade in der letzten Zeit hat die Lehre von der functionellen Anpassung der Organe ihre wesentliche Ausbildung erhalten und es haben ihr besonders Julius Wolff in Bezug auf den Knochen und Roux in Bezug auf die Muskeln werthvolle Bereicherung zu Theil werden lassen. Nun sind die Muskeln am Körper so befestigt, dass sie etwas über ihre natürliche Länge gedehnt sind; es dient diese Anordnung zur leichteren Function der Muskeln. Der Ruhezustand eines Gliedes ist die Lage, die hervorgeht aus der Summe des elastischen Zuges aller seiner Muskeln. Diese Ruhelage ist beim Kaninchen im Fussgelenk Beugung in einem Winkel von etwa 110°, am Kniegelenk von etwa 100°. Unmittelbar nach dem Tode, wo jede active Muskelcontraction aufgehört hat, und Todtenstarre noch nicht eingetreten ist, befindet sich das Thier in dieser Ruhelage. Die meisten meiner Thiere und alle der letzten Reihe habe ich in voller Extension des Fuss und des Kniegelenks immobilisirt; mithin waren diese Gelenke nicht in ihrer natürlichen Stellung, sondern in einer anderen immobilisirt.

Hierbei sind die Insertionspunkte einiger Muskeln einander mehr genähert, die Insertionspunkte anderer sind weiter von einander entfernt als der natürlichen Stellung des Gliedes entspricht. Dementsprechend bilden sich in diesen Organen durch die Immobilisation Veränderungen aus. Es verkürzen sich, ganz unabhängig von

der Inactivitätsatrophie, die Muskeln, deren Insertionspunkte constant genähert waren, d. h. mehr genähert waren, als der natürlichen Ruhelage entspricht, und sie verkürzen sich wahrscheinlich so weit, bis sie auch bei der jetzigen künstlichen Ruhelage etwas über ihre natürliche Länge gedehnt sind. Ich habe die Verkürzung bereits oben besprochen und nachgewiesen. Ein anderes Princip als das eben geschilderte kann ich mir als die Ursache derselben nicht vorstellen.

Analog müssten sich diejenigen Muskeln, deren Insertionspunkte weiter entfernt sind als der natürlichen Ruhelage des Gliedes entspricht, verlängern. Das sicherste Mittel, dies nachzuweisen, wäre die Messung ihrer Länge nach Abnahme des Verbandes. Mir fehlte die Zeit, derartige feine Messungen vorzunehmen; ich vermuthe aber in Folge einer besonderen Erscheinung eine solche Verlängerung.

Wie gesagt, ist die Ruhelage des Fussgelenks beim Kaninchen eine Flexion von ungefähr 110°. Habe ich nun ein Fussgelenk einige Zeit in Extensionsstellung immobilisirt, so bleibt es auch nach Verbandabnahme und nach dem Tode des Thiers fast in voller Extension stehen, es nimmt nicht die frühere Ruhelage, d. h einen Winkel von 110° an. Nehme ich nun die hinteren Muskeln, deren Kürze die Flexion hindert, fort, so bleibt die Extensionsstellung bestehen; auch Durchschneidung der hinteren Kapselwand ändert daran nichts. Wohl tritt ein geringer Grad von Flexion ein, aber die ehemalige natürliche Ruhestellung tritt nicht auf, obwohl gegen den elastischen Zug der vorderen Muskeln ein

Gegenzug überhaupt nicht mehr besteht. Wenn die Länge und Elasticität der an der vorderen Seite des Unterschenkels gelegenen Muskeln die alte wäre, so müsste auch die Flexionsstellung des Fussgelenks spontan mindestens eine derartige werden, wie sie vor Anlegung des Verbandes bei der Ruhelage war. Da dies nicht der Fall ist, so glaube ich auch ohne Messung, dass eine Verlängerung der gedehnten, vorn gelegenen Muskeln stattgefunden hat. Gleichzeitig damit und unabhängig davon entwickelte sich die Inaktivitätsatrophie.

Ich komme zurück auf den Ausgangspunkt, auf die Frage, wie die Wiederherstellung der Function geschieht. Es ist hierzu eine Verlängerung der verkürzten Muskeln resp. Bänder nothwendig, da die Verkürzung das Hinderniss ist. Die Verlängerung geschieht dadurch, dass die Antagonisten sich contrahiren und die verkürzten Muskeln resp. Bänder dadurch dehnen, wobei die Dehnung allmählich eine Verlängerung zu Stande kommen lässt. Passive Bewegungen wurden, wie ich nochmals wiederhole, nicht gemacht.

Weshalb nun in dem einen Falle Wiederverlängerung statt hat, in dem anderen nicht, die Bewegungsfähigkeit in dem einen Falle schneller, in dem andern langsamer zunimmt, das hat theilweise in Folgendem seine Ursache:

Zunächst übt, wie leicht erklärlich ist, der Grad der Verkürzung sowie die Immobilisationsdauer einen

Einfluss aus. Je grösser jene ist, esto schwerer und später wird die Function normal. Dass das jedoch nicht das einzige Moment ist, ja dass es ganz zurücktreten kann, das geht daraus hervor, dass Fall 1 der letzten Reihe bei Abnahme des Verbandes grössere Beweglichkeit zeigte als Fall 2, und dass dennoch bei diesem eine Wiederherstellung erfolgte, bei jenem nicht. Ebenso ersieht man aus diesen Fällen, dass die Immobilisationsdauer nur einen beschränkten Einfluss auf die Wiederherstellung ausübt.

Es ist ferner Folgendes zu berücksichtigen: Ich erwähnte schon, dass die gedehnten Muskeln (ich bezeichne sie mit *d*) sich wahrscheinlich unter dem Verbande verlängern. Ist nun die Verlängerung in einigen Fällen nur gering, ist sie vielleicht noch gar nicht eingetreten, so hat dies einen günstigen Einfluss auf die Wiederherstellung der Function. Der im Ruhezustande längere Muskel *d* wird auch im contrahirten Zustande eine grössere Länge besitzen als der kürzere. Je kürzer *d* im contrahirten Zustande ist, desto mehr wird seine Contraction eine Dehnung der unter dem Verbande verkürzten Muskel (ich nenne sie *k*) bewirken. Ganz ähnlich wirkt die Elasticität. Ist eine Verlängerung von *d* nicht oder nur in geringem Grade eingetreten, so wird der elastische Zug von *d*, der den verkürzten Muskel (*k*) zu dehnen strebt, ein grösserer sein und leichter zu einer Dehnung des letzteren (*k*) führen als wenn sich *d* sehr verlängert hat.

Es handelt sich bei dem letzteren nur um eine Hypothese. Ein Beweis dafür ist wohl kaum zu führen.

Ferner erwähne ich die Schmerzhaftigkeit, die ein Hinderniss der Herstellung der Beweglichkeit sein kann. Wenn die Dehnung der verkürzten Muskeln dem Thiere Schmerzen verursacht, wird das Thier von der Dehnung abstehen und damit auch die Herstellung der Function verhindern.

Aehnlich verhält es sich mit der Gelenkentzündung, die bei dem Beginn der Bewegungen auftritt. Sie wird zum Hinderniss der Herstellung freier Beweglichkeit, sei es nun, dass in Folge reflectorischer Muskelcontraction eine Fixation des Gelenks bewirkt wird, sei es, dass das Thier, um schmerzhafte Bewegungen der Extremität zu vermeiden, die Muskeln absichtlich tonisch contrahirt.

Es sind dies verschiedene Momente, die bei der Frage, warum mitunter die funktionelle Herstellung durch aktive Bewegungen nicht statt hat, berücksichtigt werden müssen. Dass damit aber die eigentliche Ursache noch nicht aufgedeckt ist, gebe ich zu. Ich bin nicht im Stande zu sagen, warum in dem einen Falle die erwähnten Erscheinungen in Wirksamkeit treten, bei dem anderen nicht.

Die Dehnbarkeit der verkürzten Muskeln und Bänder unterliegt wahrscheinlich auch individuellen Schwankungen, die in feineren, noch unbekannten anatomischen Verhältnissen ihren Grund haben.

Solche individuelle Differenzen treten auch am normalen Individuum auf, wovon man sich alltäglich überzeugt. Ich erwähne nur folgende Beobachtung, die gerade mit Rücksicht auf die erwähnten Fälle von Interesse ist. Die Ausbildung der sogenannten Schlangenmenschen und Kautschukmänner beruht darauf, dass man durch aktive und passive Bewegungen Dehnung

von Muskeln und ganz besonders Dehnung von Bändern, die das Hinderniss gewisser Bewegungen bilden, herbeiführen sucht. Ich untersuchte einmal einen 10 jährigen Knaben, der in dieser Weise ausgebildet war. Er zeigte im Kniegelenk, selbst bei Extensionsstellung desselben, seitliche Beweglichkeit des Unterschenkels gegen den Oberschenkel, woraus auf eine abnorme Verlängerung der ligamenta lateralia geschlossen werden muss. Durch lange systematische, aktive und passive Bewegungen war es gelungen, dies zu erreichen. Bei vielen Anderen, selbst bei den Geschwistern des Knaben konnte mit gleicher Uebung in der gleichen Zeit eine abnorme Beweglichkeit d. h. Verlängerung der Bänder nicht erreicht werden. Ich erwähne dies, weil es sieh bei meinen Versuchen um etwas ganz Aehnliches handelt. Ob die Verkürzung der Muskeln und Bänder künstlich hervorgerufen ist, und alsdann eine Verlängerung herbeigeführt werden soll, oder ob die Verkürzung von Natur besteht nnd nun eine Verlängerung erzeugt werden soll, dies ergiebt keinen principiellen Unterschied. Die angeborene Verkürzung kann man nicht immer zum Verschwinden bringen, selbst wenn man active und passive Bewegungen anwendet. Ebenso glaube ich, gleicht sich auch die künstlich erzeugte Verkürzung nicht immer aus, zumal wenn passive Bewegungen vermieden werden. Bei dieser finden sich individuelle Schwankungen, ebenso wie bei jener; Schwankungen, die zum Theil auf besonderen individuellen Eigenschaften beruhen.

Was sonst die Fälle der letzten Versuchsreihe betrifft, so erwähne ich, dass die Herstellung normaler

Funktion früher geschieht, als die Herstellung der alten anatomischen Verhältnisse im Gelenk, dass das Bindegewebe, das sich an einigen Stellen der Gelenkoberflächen befindet, auch dann noch zu finden ist, wenn die functionelle Herstellung schon einige Wochen alt ist, wie dies Fall 2 und 3 beweisen.

Ich glaube sicher, dass wenn die Thiere länger gelebt hätten, auch das Bindegewebe sich ganz verloren hätte und dass da, wo an der normalen Extremität Knorpel ist, dieser auch hier gefunden worden wäre.

Ob übrigens die anatomische Herstellung der alten anatomischen Verhältnisse auch dann noch stattfindet, wenn schon erhebliche Defekte im Knorpel eingetreten sind, wenn grössere Theile des Gelenks vollkommen geschwunden sind, bezweifle ich.

Endlich weise ich noch einmal auf die schwere Entzündung hin, die ich im Fall 4 beobachtete. Sie ist sicherlich erst nach der Verbandabnahme aufgetreten, und ist nach Volkmann als eine Folge der Zerrung der geschrumpften synovialis aufzufassen.

Auf eine Erscheinung mache ich noch aufmerksam, zu deren Erwähnung ich bisher nie Gelegenheit hatte, auf die Gewichtsabnahme der Muskeln während der Immobilisation. Dass die Entfernung der Insertionspunkte von einander bei meinen Versuchen durch die Immobilisation verändert war, im Vergleich zur natürlichen Ruhelage, darauf habe ich schon hingewiesen. Bei einem Theile der Muskeln waren die Insertionspunkte genähert, bei einem anderen entfernt.

Bei Muskelwägungen stellt es sich nun heraus, dass diejenigen Muskeln in kurzer Zeit einen starken

Gewichtsverlust erleiden, deren Insertionspunkte einander genähert waren.

Ich habe einige Wägungen vorgenommen, und zwar an dafür besonders bestimmten Thieren, die sich also nicht unter den oben beschriebenen Fällen befinden. Ich berücksichtigte hierbei nur die Muskeln des Unterschenkels, weil die des Oberschenkels zum grossen Theil am Becken entspringen, das Hüftgelenk aber nicht immobilisirt war. Infolge dessen war bei diesen Muskeln nicht immer die gleiche Entfernung ihrer Insertionspunkte vorhanden. Ich gebe hier 2 Fälle wieder, die anderen lieferten ungefähr dieselben Resultate. Die Zahlen bezeichnen das Gewicht in Grammen.

I. Weisses Kaninchen, linke Hinterpfote 40 Tage immobilisirt. Knie- und Fussgelenk extendirt.

	Rechts (Normal)	Links (immobilisirt)	
Triceps surae + plantaris	6,6	4,15	Abnahme um 37%
Flexor digit. communis	1,5	1,1	„ „ 27%
Tibialis anticus + extensor digit. communis	2,05	2,0	„ „ 2%

II. Gelbes Kaninchen, 66tägige Immobilisirung der linken Hinterpfote. Knie- und Fussgelenk extendirt

	Rechts (Normal)	Links (immobilisirt)	
Triceps surae + plantaris	14,55	9,55	Abnahme um 34%
Flexor digit. communis	4,05	2,45	„ „ 40%
Tibialis anticus + extensor digit. communis	4,75	4,4	„ „ 7%

Bei den anderen Fällen, in denen ich Muskelwägungen vornahm, verhielt sich die Sache ebenso. Man sieht, dass die hinten gelegenen Muskeln, triceps surae, plantaris, flexor digit. communis, deren Insertionspunkte

bei der Immobilisationsstellung einander genähert waren, erhebliche Gewichtsabnahme zeigen. Die erhebliche Gewichtsabnahme derselben ist wohl eine Folge der Verkürzung in Verbindung mit der Inaktivitätsatrophie. Diejenigen Muskeln, deren Insertionspunkte von einander entfernt waren, zeigen nur geringen Gewichtsverlust.

Zum Schlusse weise ich kurz auf den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen hin, auf den Widerspruch der Teissier'schen und Bonnet'schen Publicationen mit so vielen klinischen Erfahrungen.

In den erwähnten Sectionsprotocollen kann man sich die Entzündung wohl durch die Unterbrechung der Immobilisation erklären. Auch da, wo diese nicht ausdrücklich zugestanden ist, kann sie mit Sicherheit angenommen werden. Der Verband musste in den Fällen, wo eine Fractur bestand, oft gewechselt werden; es war dies, um den Zustand der Verletzung zu prüfen, durchaus nothwendig. Fast jeder Verbandwechsel ist aber mit Bewegungen in den Gelenken verknüpft, selbst wenn er mit grosser Vorsicht vorgenommen wird. Abgesehen davon halte ich es aber nicht für unmöglich, dass auch absichtliche Bewegungen in den immobilisirten Gelenken gemacht wurden, da man die Bedeutung und die Folgen solcher Bewegungen noch nicht kannte.

Dass theilweise auch die Fracturen, die sehr lange bestanden, zu Entzündung Veranlassung geben, zumal wenn, wie es im Fall VI der Fall war, langdauernde Knocheneiterung hinzukommt, ist wahrscheinlich.

Ob die Anchylosen in Fall V und VI Folge der Frakturen resp. Knocheneiterung sind, oder ob sie durch

die Bewegungen der Extremität entstanden sind, darüber will ich eine Entscheidung nicht fällen. Der Fall 13 meiner zweiten Versuchsreihe würde auf die Fractur (resp. Knocheneiterung in Fall VI der Protocolle) hinweisen. Doch scheint mir diese meine Beobachtung zu vereinzelt, um mit Sicherheit daraus einen derartigen Schluss zu ziehen. Ganz sicher aber ist die Anchylose niemals ausschliesslich die Folge einer gleichmässigen lange fortgesetzten Immobilisation.

Niemals bewirkt diese allein eine Entzündung im Gelenke, niemals eine Anchylose

Ohne Furcht vor einer solchen kann man, wie ich aus meinen Versuchen schliesse, langdauernde Immobilisation in allen den Fällen anwenden, wo es sich um nicht entzündliche Affectionen an der Extremität handelt. Es ist aber jedenfalls anzurathen, von Anfang bis zu Ende auf eine gleichmässige Immobilisation zu achten und sie nicht durch Bewegungen des Gelenkes zu unterbrechen.

Auch bei entzündlichen benachbarten Affectionen, z. B. offenen pararticulären Fracturen kann die protrahirte künstliche Immobilisation nicht als die Ursache einer etwa eintretenden Anchylose betrachtet werden. Diese ist vielmehr, wie ich glaube, die Folge einer in Folge des Traumas entstandenen Entzündung des Gelenks. Es ist desshalb auch hier die künstliche, lange fortgesetzte Immobilisation, wenn sie von der Therapie verlangt wird, anzuwenden und ohne Furcht vor einer Anchylose ununterbrochen durchzuführen.

Im Folgenden resumire ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen:

1 Mit Menzel, Reyher und van Haren Noman stimme ich darin überein, dass die erste Veränderung bei künstlicher Immobilisation Bewegungsbeschränkung ist, die durch die Muskeln bedingt ist.
2. Entgegen den Menzel'schen Resultaten, aber in Uebereinstimmung mit Reyher und van Haren Noman finde ich als nächste Abweichung Bewegungsbeschränkung durch die Kapsel. Ich beobachtete sie jedoch früher als die beiden letzteren Autoren.
3. Mit Menzel, Reyher und van Haren Noman beobachte ich bei Immobilisation Trübung des Knorpels.
4. Im Widerspruch mit Menzel, übereinstimmend mit Reyher und van Haren Noman finde ich die Trübung nur auf den Stellen des Knorpels, die ausser Kontakt resp. Druckwirkung gewesen sind.
5. Entgegen den Reyher'schen und van Haren Noman'schen Beobachtungen finde ich mitunter schon nach Verlauf von einem Monat die ersten Trübungen.

6. Gegen Reyher und van Haren Noman finde ich die Trübung von Anfang an bedingt durch wahres Bindegewebe (keine epithelioide Zellen), dessen Auftreten die erste mikroskopische Veränderung ist.
7. Gegen van Haren Noman mit Reyher halte ich das erste Auftreten des Bindegewebes, wenigstens zum grossen Theil, für ein Product des Knorpels.
8. Gegen Menzel mit Reyher und van Haren Noman finde ich die Stellen des Knorpels, die während der Immobilisation dem gegenseitigen Druck ausgesetzt waren, von normalem Knorpel bekleidet.
9. Mit Reyher sehe ich an den Stellen, wo sich der Knorpel ausser Druckwirkung befindet, Knorpelulceration und schliesslich Knorpelschwund eintreten.
10. An solchen Stellen im Gelenk, wo Knorpel nicht vorhanden ist, und an seiner Stelle sich Bindegewebe findet, kann unter dem Einfluss dauernden Contactes mit Knorpel sich gleichfalls Knorpel bilden.
11. Die Muskeln deren Insertionspunkte während der Immobilisation einander erheblich genähert sind, erleiden schnell eine bedeutende Gewichtsabnahme, diejenigen deren Insertionspunkte von einander entfernt sind, nehmen langsam an Gewicht ab.
12. In Widerspruch mit Menzel, in Uebereinstimmung mit Reyher und van Haren Noman beobachtete ich bei gleichmässiger Immobilisation

eines gesunden Gelenkes niemals eine Entzündung desselben.

13. Mit Reyher und van Haren Noman erzielte ich durch Immobilisation einer gesunden Extremität niemals eine Anchylose oder eine Veränderung, die als Vorläufer einer solchen aufzufassen wäre.
14. Knocheneiterung mit Hautwunde kann bei Immobilisation der Extremität, wenn die Läsion sich nicht zu weit vom Gelenk befindet, zu Entzündung desselben führen; doch ist dies nicht die nothwendige Folge.
15. Decubitus der Haut kann bei Immobilisation der Extremität zu entzündlichen Erscheinungen im Gelenk führen, ohne dass ein Durchbruch der Kapsel stattgefunden hätte. Doch kann das Gelenk auch gesund bleiben.
16. Ist durch dauernde Immobilisation eine Verkürzung von Muskeln und in Folge dessen eine Beweglichkeitsbeschränkung eingetreten, so genügen nicht immer zur Herstellung der alten Beweglichkeit aktive Bewegungen.
17. Der Beginn von Bewegungen eines Gelenks, das vorher immobilisirt war, kann (worauf Volkmann hingewiesen hat) zu Gelenkentzündung führen, die zu starker Wucherung der synovialis Veranlassung geben kann.
18. Alle Veränderungen, die ich beschrieben habe, sind in Bezug auf ihre Grösse und in Bezug auf die Zeit, in der sie eintreten, erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Femur dextrum (von unten) des 4ten Falles der Reihe I. Seite 17;
- a_1) fossa patellaris;
- b_1) sulcus intercondyloideus;
- c_1) Sehne des musc. extensor digit. coumunis;
- d_1d_1) die unteren Flächen der condyli femoris.

Fig. 2. *A*. Femur sinistrum (von unten) desselben Falles wie Fig. 1;
- *a*) fossa patellaris;
- *b*) sulcus intercondyloideus;
- *c*) Sehne des musc. extensor digit. coumunis;
- *dd*) die unteren Flächen der condyli femoris;
- *ee*) die neugebildeten Flächen der condyli femoris;
- *h*) unterer Rand der neuen Grube der patella.

Fig. 2 *B*. Dasselbe von vorn;
- *dd*) die unteren Flächen der condyli femoris;
- *ee*) die neugebildeten Flächen der condyli femoris;
- *f*) äussere Leiste der fossa patellaris;
- *g*) innere Leiste der eigentlichen fossa patellaris, gleichzeitig äusserer Rand der neugebildeten Grube;
- *hhh*) oberer, innerer, unterer Rand der neugebildeten Grube;
- *i*) neugebildete Grube für die patella.

Fig. 3. Femur sinistrum (von vorn) des 6ten Falles der Reihe I. Seite 32.
- *a*) fossa patellaris;
- *b*) oberer Rand der in der Bildung begriffenen Kniescheibengrube;
- *f*) obere Grenze des hyalinen Knorpels der eigentlichen fossa patellaris.

Fig. 4. Normales femur dextrum;
a_1) fossa patellaris;
f_1) äussere Leiste derselben;
g_1) innere Leiste derselben;
h_1) obere Grenze des hyalinen Knorpels.

Fig 5. Femur sinistrum (von vorn) des 14ten Falles der Reihe I. Seite 44.
a) fossa patellaris;
bb) die neugebildeten, stark hervorspringenden Leisten des obersten Theiles der Kniescheibengrube;
c) oberer Rand derselben.

Fig. 6. Figur dextrum (von unten) des 14ten Falles der Reihe II. Seite 67.
m_1) Sehne des musculus extensor digit. communis;

Fig. 7 *A*. Femur sinistrum (von unten) desselben Falles;
cc) die unteren Flächen der condyli femoris;
dd) die neugebildeten Flächen der condyli femoris;
f) grosse Knorpelulceration; der Knochen ist gleichfalls ergriffen;
g) oberer Rand des Defectes *f*;
i) Knorpelulceration; sie hängt mit dem grossen Defect *f* zusammen;
m) Sehne des musculus extensor digit. communis.

Fig 7 *B*. Dasselbe von vorn;
a) Grube, in der während der Immobilisation die patella gelegen hat;
b) oberer Rand derselben;
e) Knorpelulceration;
f) Knorpelulceration; auch der Knochen ist ergriffen;
g) oberer Rand der Ulceration *f*;
i) Knorpelulceration mit *f* zusammenhängend.

Fig. 8. Femur dextrum (von vorn) 4ter Fall der Reihe III. Seite 97.
aaa) Wucherungen der synovialis aussen von der fossa patellaris;
b) Grube, in der während der Immobilisation die patella gelegen hat;
c) erheblicher Knorpeldefect;
dd) Wucherungen der synovialis innen von der fossa patellaris.

Fig 9 Tibia sinistra (von unten) des 4ten Falles der Reihe III. Seite 97;
a_1) der Theil, der mit dem calcaneus articulirt;
b_1) der Theil, der mit dem talus articulirt;
d_1) kleine Facette, die bei starker Flexion gegen den talus gedrückt wird.

Fig. 10. Tibia dextra (von unten) desselben Falles;
a) der Theil, der mit dem calcaneus articulirt;
b) der Theil, der mit dem talus articulirt;
cc) knollige Wucherungen, aus Bindegewebe bestehend.

Tafel II.

Fig 1. Normaler Knorpel, vom condyl. int. femoris dextri des 4ten Falles der Reihe IV. Seite 17.

Fig. 2. Veränderter Knorpel vom condyl. int. fem sin. desselben Falles;
a) Knorpelzellen, parallel der Oberfläche in Reihen gelagert;
b) Knorpelzellen, bogenförmig in Reihen gelagert;
c) Zellen in der streifigen Substanz, parallel der Oberfläche in Reihen gelagert;
d) Spindelzellen;
e) Zellenreihen, mehrfach hintereinander geschichtet.

Fig. 3 Veränderter Knorpel der fossa patellaris sinistra des 13ten Falles der Reihe II. Seite 63;
aa) Knorpelzellen in Poliferation begriffen und in grosse Kapseln eng bei einander gelagert;
b) Zellen, bogenförmig aus dem Knorpel zum Bindegewebe umbiegend; Uebergang von Knorpel- zu Bindegewebszellen.

Tafel III.

Fig. 1. Veränderter Knorpel vom condyl. ext. tib. des 13ten Falles der Reihe II. Seite 63;
aa) Bindegewebe, mit Zacken in den Knorpel hineingreifend;
b) Bindegewebe, das sich losgelöst hat von
c) dem darunter befindlichen normalen Knorpel.

Fig. 2. Veränderter Knorpel vom condyl. int. tib. an der Grenze gegen den normalen Knorpel des 14ten Falles der Reihe II. Seite 67;

a) bogenförmiges Umbiegen der Streifung der Intercellularsubstanz;

b) Bindegewebe in festem Zusammenhang mit dem Knorpel.

Fig. 3. Veränderter Knorpel vom condyl. int. tib. desselben Falles: weit entfernt vom normal gebliebenen Knorpel;

a) Bindegewebe;

b) Gefäss in demselben;

c) Knorpel unter dem Bindegewebe;

d) Knochen der befindlich ist zwischen dem Knorpel c und

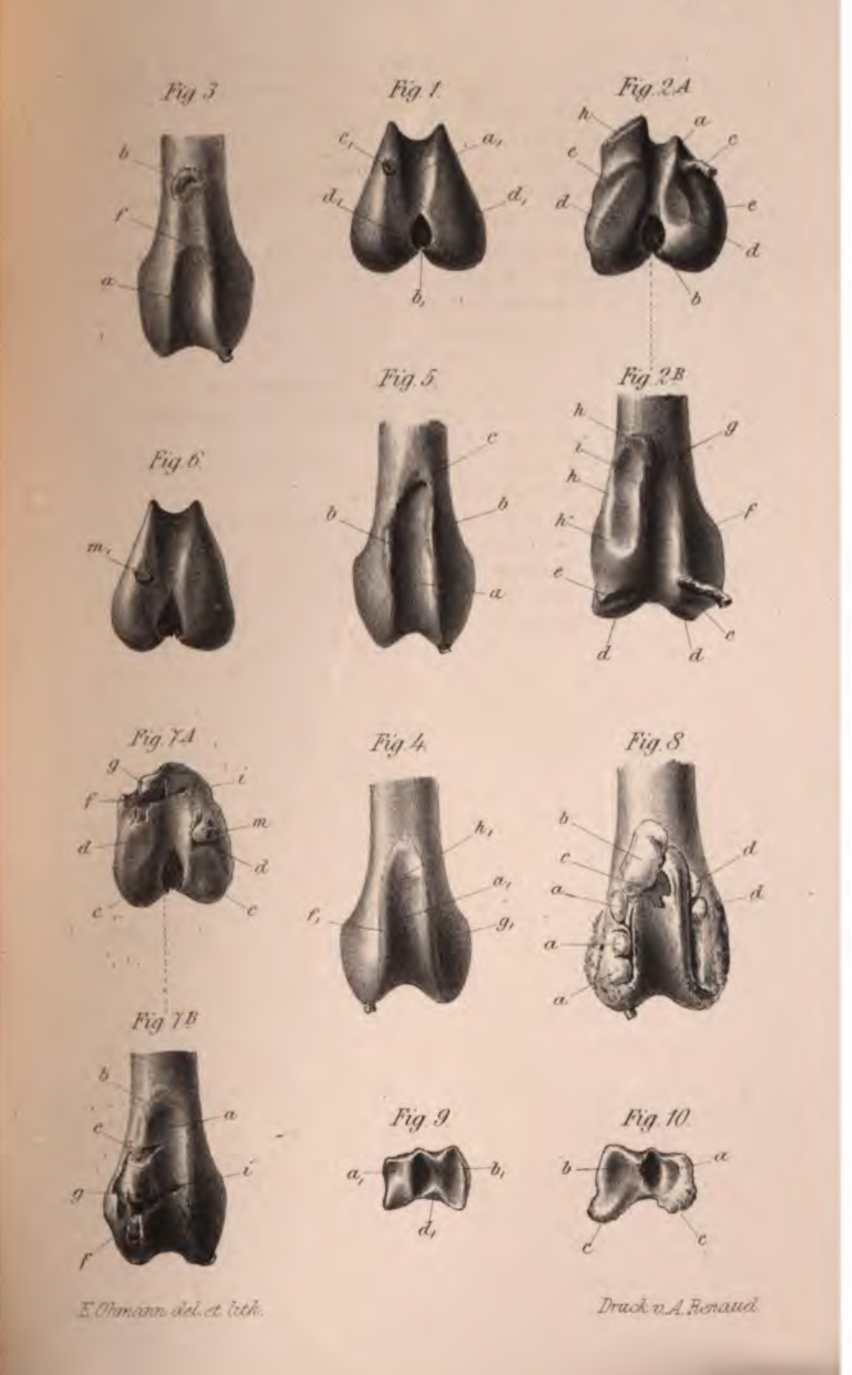
e) Knorpel, der sich in der Tiefe erhalten hat;

f) Knochen in der Tiefe;

g) Knochen unmittelbar unter Bindegewebe; vollständiger Knorpelschwund;

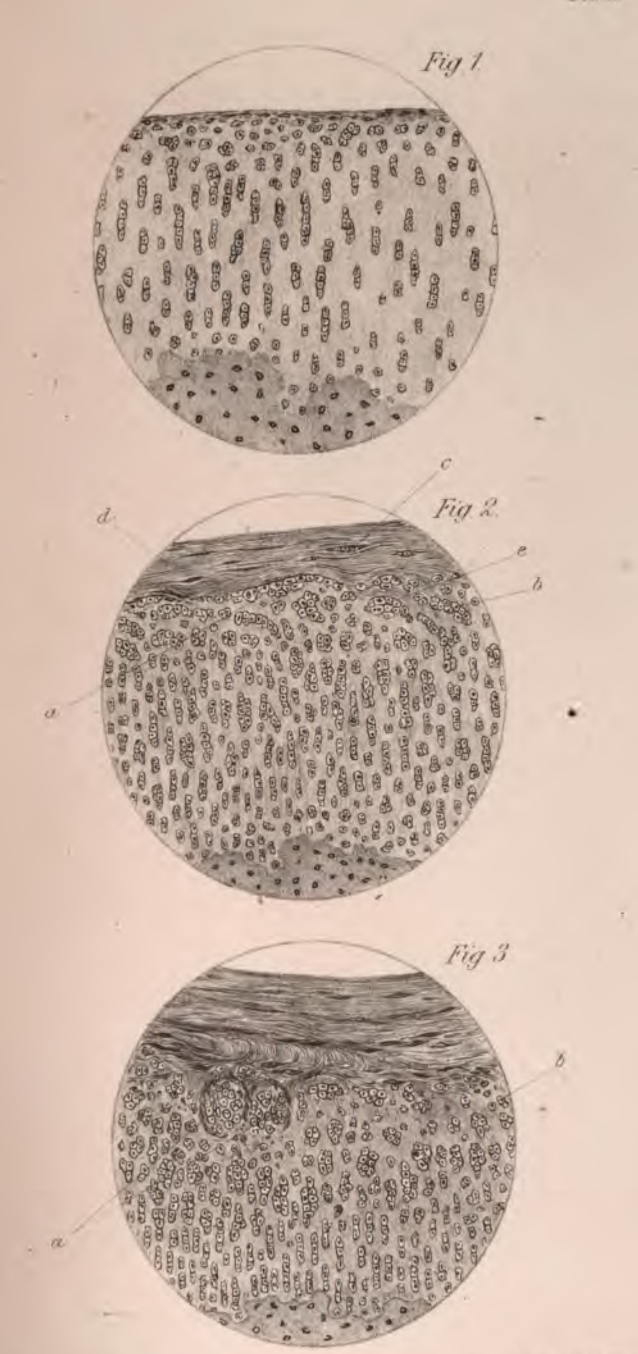
h) Knorpel unter Bindegewebe, der Knorpel ist hier nicht durch Knochen in 2 Schichten getheilt.

Taf. I.


Fig. 3
Fig. 1.
Fig. 2 A
Fig. 5.
Fig. 2 B
Fig. 6.
Fig. 7 A
Fig. 4.
Fig. 8
Fig. 7 B
Fig. 9
Fig. 10.
E. Ohmann del. et lith.
Druck v. A. Renaud.

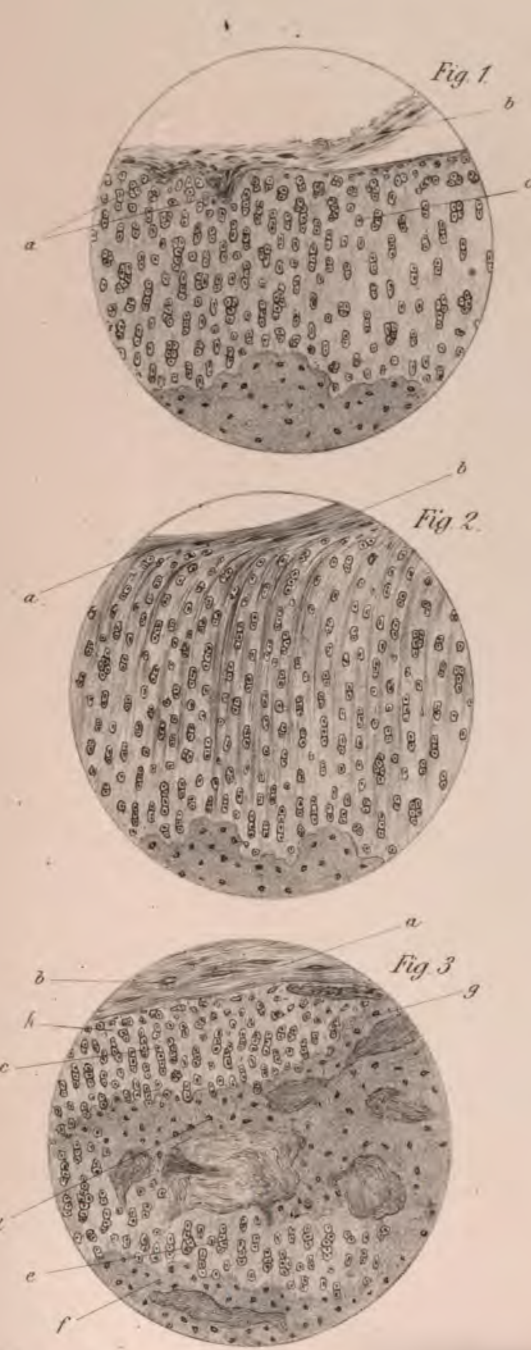


Taf. II



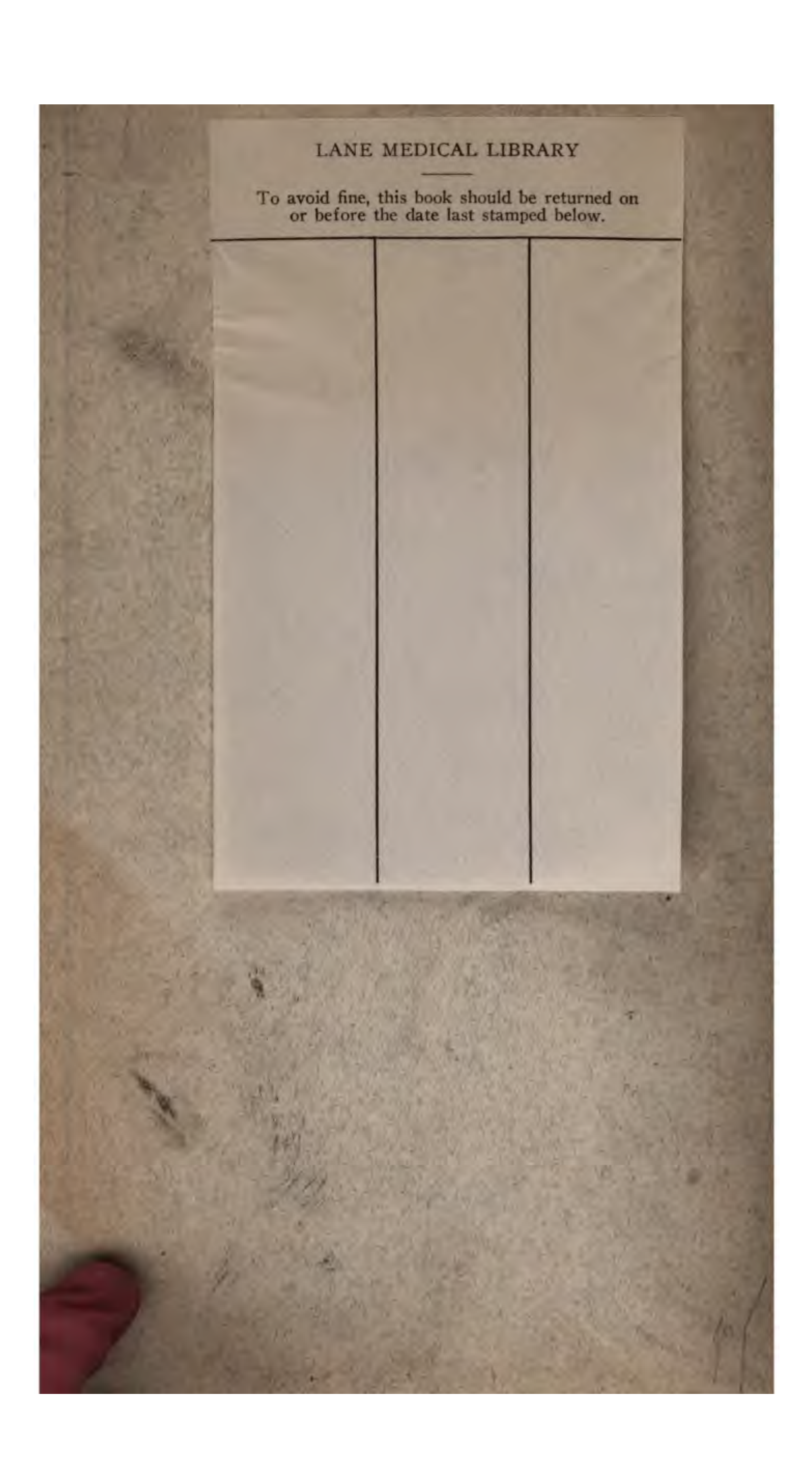
[illegible] del. et lith. Druck v. A. [illegible]

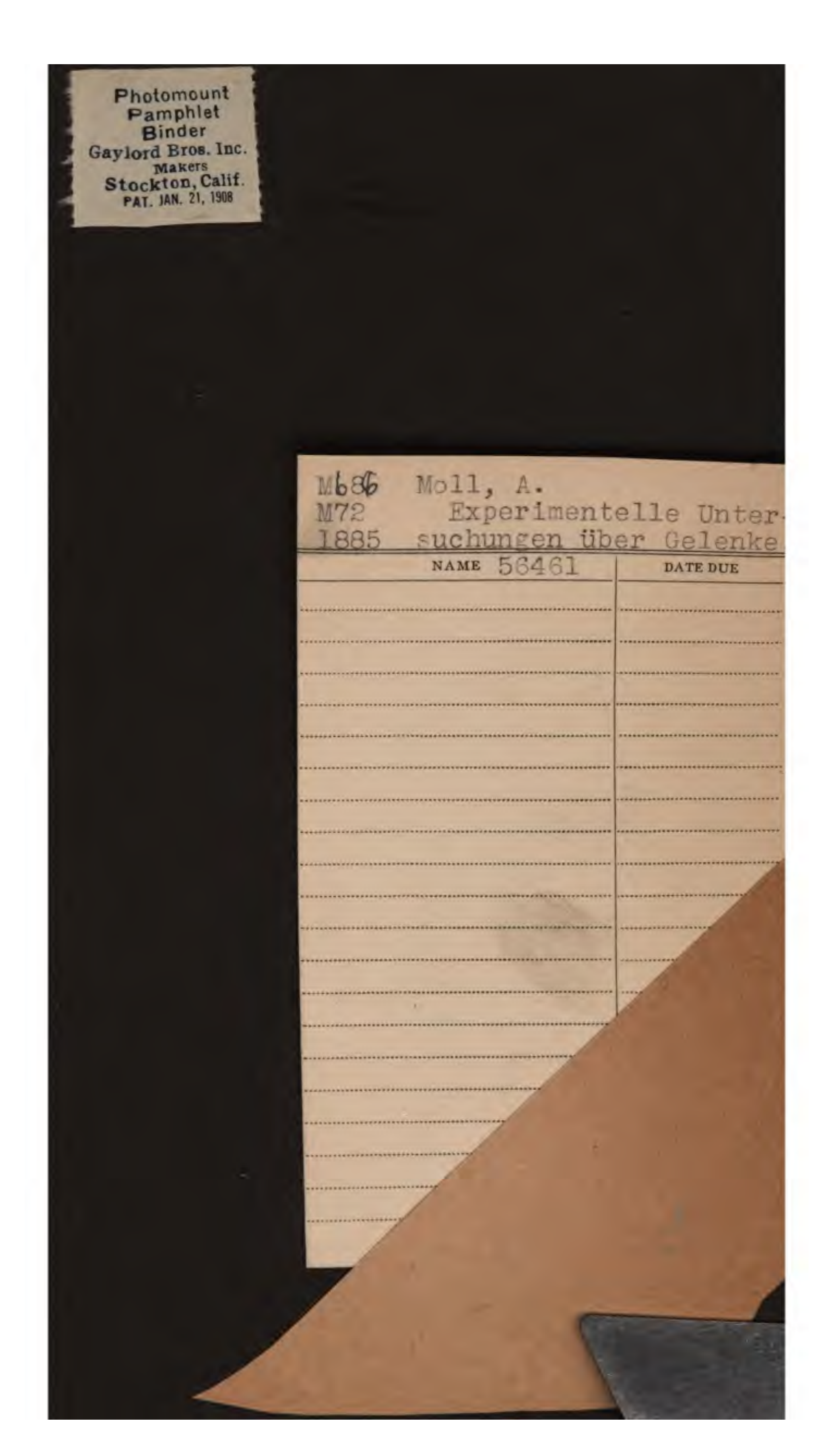
Taf. III.



E. Ohmann del. et lith.






Photomount
Pamphlet
Binder
Gaylord Bros. Inc.
Makers
Stockton, Calif.
PAT. JAN. 21, 1908
M686 Moll, A.
M72 Experimentelle Unter-
1885 suchungen über Gelenke
NAME 56461
DATE DUE

